HeizungsDiscount24.de

Der Fachhändler mit Discountpreisen!

Persönliche Beratung, individuelle Zusammenstellung und Anpassung von Heiz- und Solartechnik!

Fachberater-Hotline:

0641 / 94 82 52 00

info@heizungsdiscount24.de

Montag bis Freitag:
8.00 - 19.00 Uhr
Samstag:
8.00 - 13.00 Uhr

Onlineshop:

www.heizungsdiscount24.de

JUNKERS

VIESMANN

WOLF

Vaillant

Buderus

TWL Technologie

ATEC

armacell

Planungsunterlage für den Fachmann

Thermische Solartechnik

FCC-2
FKC-2
FKT-2
VK...-1

Wärme fürs Leben

JUNKERS
Bosch Gruppe

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Solartechnik 5
1.1 Energieangebot der Sonne zum Nulltarif . 5
1.2 Energieangebot von Solaranlagen im Verhältnis zum Energiebedarf 6

2 Übersicht (Anlagenschemen) 7
2.1 Anlagenschema 1: Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, einem ungemischten und einem gemischten Heizkreis (System 1) 7
2.2 Anlagenschema 2: CerapurSolar-Comfort mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und einem ungemischten Heizkreis (System 2) 9
2.3 Anlagenschema 3: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur, Kombi-Pufferspeicher (Tank-in-Tank) und einem gemischten Heizkreis (System 2) 11
2.4 Anlagenschema 4: CerapurSolar mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, direkter Heizkreis, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2) 13
2.5 Anlagenschema 5: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2) 15
2.6 Anlagenschema 6: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, 2 Speicher-Lösung mit Cerapur, 2 gemischten Heizkreisen, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2C p-v) 17
2.7 Anlagenschema 7: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Suprapur-O, Kombi-Pufferspeicher (Edelstahl-Wellrohr) und einem gemischten Heizkreis (System 2) 19
2.8 Anlagenschema 8: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2) 21
2.9 Anlagenschema 9: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2) 23
2.10 Anlagenschema 10: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation-Kaskade, separate Solar- und Bereitschafts-Pufferspeicher und ein gemischter Heizkreis (BS 500: System 4) 25
2.11 Anlagenschema 11: Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, Vorwärmstufe und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb 27
2.12 Anlagenschema 12: Vorwärmsystem TF, solare Warmwasserbereitung mit CerapurMaxx, Vorwärm-Frischwasserstation und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb (System 1) 29
2.13 Anlagenbeispiel 13: Vorwärmsystem TS, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, Vorwärmstation und ein gemischter Heizkreis 31

3 Solarkollektoren 33
3.1 Allgemeines 33
3.1.1 Kollektorflächen 33
3.1.2 Der Absorber 34
3.1.3 Der Kollektorwirkungsgrad 34
3.2 Kompaktkollektor FCC-2S 35
3.3 Flachkollektoren FKC-2S und FKC-2W . . . 37
3.4 Flachkollektoren FKT-2S und FKT-2W . . . 39
3.5 Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1 41

4 Warmwasserbereitung und Wärmespeicherung 44
4.1 Übersichten Speichersysteme 45

5 Regelung von Solaranlagen 49
5.1 Auswahl der Solarregelung 49
5.2 Regelstrategien 49
5.2.1 Temperaturdifferenzregelung 49
5.3 Solarregler und Solarmodule 51
5.3.1 Allgemein 51
5.3.2 Solarmodule ISM 1 und ISM 2 51
5.3.3 Systemauswahl ISM-Modul 52
5.3.4 Hydraulik 1E 53
5.3.5 Hydraulik 1ABCp-vDEF 54
5.3.6 Hydraulik 2 55
5.3.7 Hydraulik 2ACp-vDEF 56
5.3.8 Hydraulik 3ACp-vDE 57
5.3.9 Hydraulik 4ACp-vDEF 58
5.3.10 Systemauswahl FX-Regler, Auswahlhilfe Reglerbedarf in Abhängigkeit der Funktionen 59

5.3.11 Solarregler TDS 050, TDS 100 und TDS 300 60
5.3.12 Systemkonzept 69
5.3.13 Optionen zu System 1 und 2 (ISM 2, TDS 300) 70
5.3.14 Technische Daten 74
5.3.15 Solarsystemregler BS 500 S und BS 500 E 75
5.4 Solarbaukasten - hydraulisches Zubehör 77
5.4.1 Solarstationen AGS 77
5.4.2 Solarbaugruppe SBU Umschaltmodul, Umschaltventil UV1 (Option C) 84
5.4.3 Solarbaugruppe SBH, Umschaltventil DWU 1 zur Heizungsunterstützung 85
5.4.4 Solarbaugruppe SBL zur Umladung 87
5.4.5 Solar-Baugruppe SBT zur Systemtrennung 88
5.4.6 Solar-Baugruppe SBT-2, Solarstation mit Systemtrennung für größere Solaranlagen 90
5.4.7 Solar-Baugruppe SBS und SWT zur Schwimmbadbeheizung 95
5.5 Weitere Bauteile 97
5.5.1 Solarausdehnungsgefäß SAG... 97
5.5.2 Vorschaltgefäß VSG für Solarausdehnungsgefäß (SAG) 98
5.5.3 Entlüftertopf 99
5.5.4 Set für Wärmemengenzählung WMZ 1.2 (Zubehör) 100
5.5.5 Überspannungsschutz SP 2 für die Regelung 101
5.6 Regelung von Solaranlagen mit Umladung oder Umschichtung von Warmwasserspeicher 102
5.6.1 Umladung bei Speicherreihenschaltung 102
5.6.2 Umschichtung zwischen Warmwasserspeichern 102

6 Weitere hydraulische Zubehöre 103
6.1 Weitere Systemkomponenten 103
6.1.1 Solar-Doppelrohre SDR 103
6.1.2 Wärmeträgerflüssigkeit 103
6.1.3 Thermostatischer Trinkwassermischer (thermische Desinfektion) 104

7 Auslegung 109
7.1 Auslegungsgrundsätze 109
7.1.1 Solare Warmwasserbereitung 109
7.1.2 Solare Warmwasserbereitung und Heizungs-unterstützung 110
7.1.3 Energieeinsparverordnung (EnEV) 110
7.1.4 Auslegung mit Computersimulation . . . 110
7.2 Auswahl von Kollektorfeldgröße und Speichergröße 111
7.2.1 Anlagen zur Warmwasserbereitung in Ein- und Zweifamilienhäusern 111
7.2.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Ein- und Zweifamilienhäusern 114
7.2.3 Mehrfamilienhäuser mit 3 bis 5 Wohneinheiten 117
7.3 Mehrfamilienhäuser mit höherem Warmwasserbedarf 119
7.3.1 Auslegung einer 2-Speicher-Anlage 119
7.4 Anlagen zur Schwimmbadbeheizung . . . 123
7.4.1 Wärmehaushalt 123
7.4.2 Dimensionierung 124
7.4.3 Richtwerte für Hallenschwimmbäder mit abgedecktem Becken 125
7.4.4 Richtwerte für Außenschwimmbäder . . 125
7.5 Platzbedarf für Solarkollektoren 126
7.5.1 Platzbedarf bei Überdach- und Indachmontage 126
7.5.2 Platzbedarf bei Überdach-Aufständerung von Flachkollektoren 128
7.5.3 Platzbedarf bei Flachdachmontage 130
7.5.4 Platzbedarf bei Fassadenmontage 132
7.6 Planung der Hydraulik 135
7.6.1 Hydraulische Schaltung 135
7.7 Hydraulische Berechnung der Solaranlage 140
7.7.1 Volumenstrom im Kollektorfeld für Flachkollektoren 140
7.7.2 Berechnung der Druckverluste im Kollektorfeld für Flachkollektoren 141
7.7.3 Berechnung der Druckverluste im Kollektorfeld für Vakuumröhrenkollektoren 144
7.7.4 Druckverlust der Rohrleitungen im Solarkreis 145
7.7.5 Druckverlust des ausgewählten Solarspeichers 147
7.7.6 Auswahl der Solarstation AGS 148
7.8 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes . . . 149
7.8.1 Berechnung des Solar-Anlagenvolumens 149
7.8.2 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes für Flachkollektoren 149
7.8.3 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes für Vakuum-Röhrenkollektoren 152

8 Planungshinweise zur Montage 156
8.1 Rohrleitung, Wärmedämmung und Verlängerungskabel für Kollektortemperaturfühler 156
8.2 Entlüftung 157
8.2.1 Automatischer Entlüfter 157
8.2.2 Fülleinrichtung und Luftabscheider 158
8.2.3 Volumenstrom einstellen 159

8.3 Hinweise zu den verschiedenen Montagesystemen für Flachkollektoren 160
8.3.1 Einsatzmöglichkeiten der Montagesysteme mit zulässigen Wind- und Regelschneelasten gemäß DIN EN 1991 160
8.3.2 Aufdachmontage für Flachkollektoren . 162
8.3.3 Überdach-Aufständerung für Flachkollektoren 171
8.3.4 Flachdachmontage für Flachkollektoren 172
8.3.5 Fassadenmontage für Flachkollektoren 179
8.3.6 Indachmontage für Flachkollektoren . . . 180
8.3.7 Vorbereitungen für Indachmontage 180
8.3.8 Zusätzliche Dachlatten montieren 183
8.3.9 Richtwerte für Montagezeiten 186
8.4 Hinweise zu den verschiedenen Montagesystemen für Vakuumröhrenkollektoren 187
8.4.1 Einsatzbereich 187
8.4.2 Aufdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 187
8.4.3 Aufdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1 189
8.4.4 Flachdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 189
8.4.5 Flachdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1 190
8.4.6 Fassadenmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 190
8.5 Blitzschutz und Potentialausgleich für thermische Solaranlagen 191
8.6 Vorschriften und Richtlinien für die Planung einer Sonnenkollektoranlage . . 192

9 Anhang 193
9.1 Fax-Kopiervorlage „Solaranfrage Ein- und Zweifamilienhaus“ 193
9.2 Übergabe, Inspektion und Wartung 195
9.2.1 Inspektionsarbeiten 195
9.2.2 Wartungen 195
9.3 Kurzanleitung zur hydraulischen Dimensionierung einer Solaranlage 195
9.4 Formblatt zur Überprüfung der hydraulischen Dimensionierung einer Solaranlage 196
9.5 Wärmeträgerflüssigkeit 197
9.6 Solar Keymark Zertifikate 205

Stichwortverzeichnis 212

1 Grundlagen der Solartechnik

1.1 Energieangebot der Sonne zum Nulltarif

Das Maximum der Erdölfördermenge ist erreicht! Die Nachfrage nach fossilen Energieträgern in den Industrieländern ist aufgrund der Wirtschaftskrise der Jahre 2008 und 2009 leicht zurückgegangen. Die Nachfrage in den Schwellen- und Entwicklungsländern wird aber stetig weiter steigen. Nach dem „BP Statistical Review of World Energy“ vom Juni 2009 werden die weltweiten Erdölreserven 2049 versiegt sein.

Der Energiehunger der Welt will aber auch weiterhin gestillt werden. So ist schon heute abzusehen, dass die Preise für Heizöl und Erdgas innerhalb der nächsten Jahrzehnte stark ansteigen werden. Als Ausweg aus diesem Dilemma bietet sich die Nutzung regenerativer Energien an. Auch die deutsche Bundesregierung hat dies erkannt und sich sowie der ganzen Bevölkerung entsprechende Ziele gesetzt. Diese Ziele sind im Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) formuliert und besagen unter anderem, dass 2020 14 % der deutschen Wärmeerzeugung mit regenerativen Energien bewältigt werden soll. Eine dieser Energien ist die Sonnenenergie, die quasi ständig und kostenfrei zur Verfügung steht.

Praktisch lässt sich heute das Energieangebot der Sonne in jeder Region Deutschlands wirkungsvoll nutzen. Die jährliche Sonnenstrahlung liegt zwischen 900 kWh/m^2 und 1200 kWh/m^2. Mit welcher durchschnittlichen solaren Energieeinstrahlung regional zu rechnen ist, zeigt die „Sonneneinstrahlungskarte“ (→ Bild 2).

Nicht nur die direkte Sonnenstrahlung wird in der Kollektoranlage in Wärme umgesetzt, auch die diffuse Strahlung kann vom Solarkollektor genutzt werden. So wirken an trüben Tagen mit einem hohen Anteil an diffusem Licht noch bis zu 300 W/m^2 auf den Kollektor.

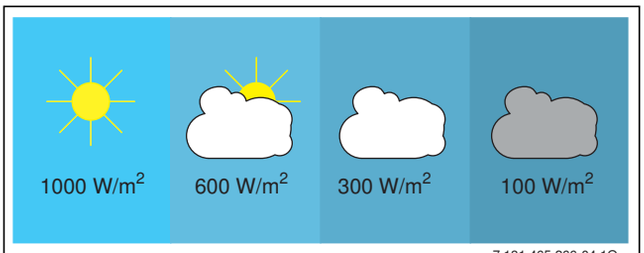


Bild 1 Sonneneinstrahlleistung

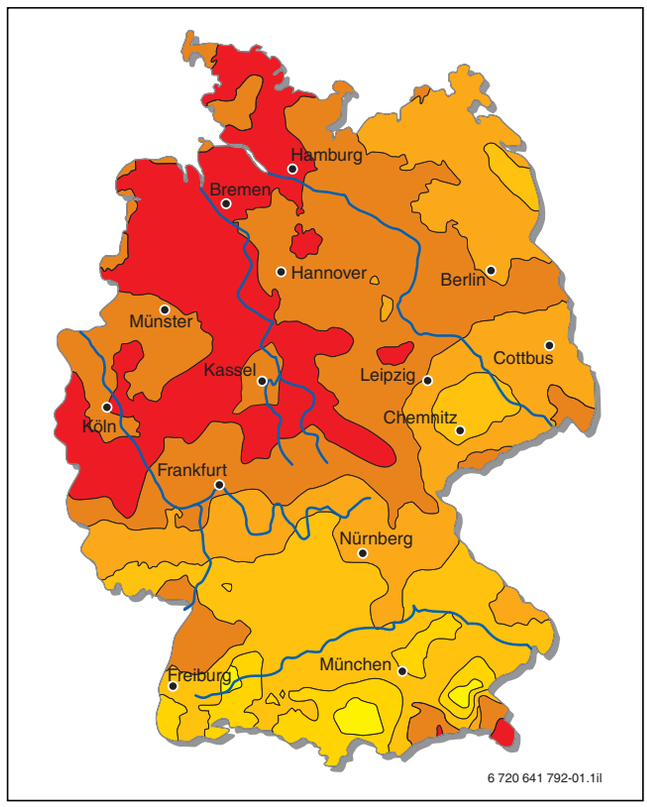


Bild 2 Durchschnittliche Sonnenstrahlung in Deutschland

- 1150 kWh/m^2 bis 1200 kWh/m^2
- 1100 kWh/m^2 bis 1150 kWh/m^2
- 1050 kWh/m^2 bis 1100 kWh/m^2
- 1000 kWh/m^2 bis 1050 kWh/m^2
- 950 kWh/m^2 bis 1000 kWh/m^2
- 900 kWh/m^2 bis 950 kWh/m^2

Eine thermische Solaranlage nutzt die Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung und wahlweise auch zur Heizungsunterstützung. Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sind energiesparend und umweltschonend. Kombinierte Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung finden immer mehr Anwendung. Oft fehlen nur ausreichende Informationen darüber, wie groß der Heizwärmeanteil ist, den die technisch ausgereiften Solarsysteme heute bereits liefern.

Mit Solaranlagen lässt sich ein Anteil der Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung nutzen. Das spart wertvolle Brennstoffe ein und schont die Umwelt durch weniger Schadstoffemissionen.

Solaranlagen sind ein Markt, der beständig weiter wachsen wird. Wer sich hier als Berater, Planer oder Installateur weiter spezialisiert, wird sich weiterhin durch diese Technologien Marktchancen sichern.

1.2 Energieangebot von Solaranlagen im Verhältnis zum Energiebedarf

Solaranlagen für die Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung ist die nächstliegende Anwendung für Solaranlagen. Der über das gesamte Jahr konstante Warmwasserbedarf ist gut mit dem solaren Energieangebot kombinierbar. Im Sommer lässt sich der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung nahezu vollständig von der Solaranlage abdecken. Trotzdem muss die konventionelle Heizung unabhängig von der solaren Erwärmung den Warmwasserbedarf decken können. Es kann längere Schlechtwetterperioden geben, in denen ebenfalls der Warmwasserkomfort gesichert sein muss.

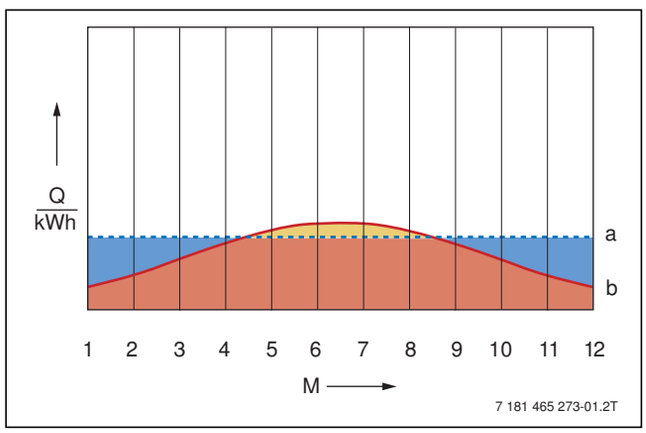


Bild 3 Energieangebot einer Sonnenkollektoranlage im Verhältnis zum Energiebedarf für Warmwasserbereitung

a Energiebedarf (Bedarfsanforderung)
b Energieangebot der Solaranlage
M Monat
Q Wärmeenergie
Solarer Energieüberschuss (nutzbar z. B. für Schwimmbad)
Genutzte Solarenergie (solare Deckung)
Nicht abgedeckter Energiebedarf (Nachheizung)

Solaranlagen für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Umweltbewusst handeln heißt, die Solaranlagen nicht nur für die Warmwasserbereitung, sondern auch für die Heizungsunterstützung einzuplanen. Allerdings kann die Solaranlage nur dann Wärme abgeben, wenn die Rücklauftemperatur der Heizung niedriger ist als die Temperatur des Solarkollektors. Ideal sind deshalb großflächige Heizkörper mit niedrigen Betriebstemperaturen oder Fußbodenheizungen.

Bei entsprechender Auslegung deckt die Solaranlage einen nicht geringen Anteil der benötigten Gesamt-Jahreswärmeenergie für Warmwasserbereitung und Heizung ab. In Kombination mit einem wasserführenden Kamineinsatz oder Festbrennstoff-Kessel wird der Bedarf an fossilen Brennstoffen während der Heizperiode noch weiter reduziert, weil sich auch regenerative Brennstoffe wie z. B. Holz nutzen lassen. Die Restenergie liefert ein Brennwert- oder Niedertemperaturheizkessel.

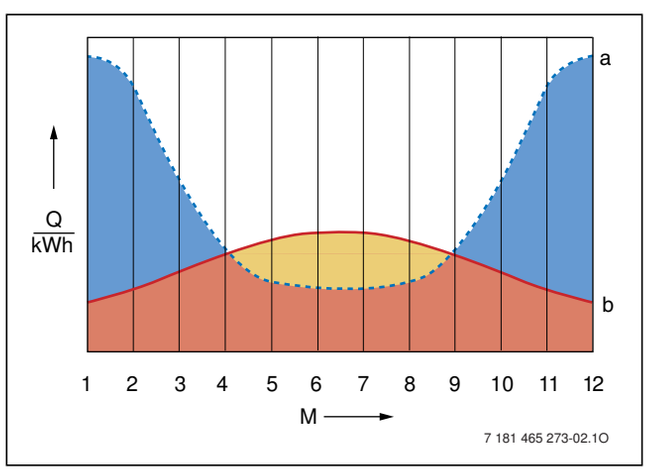


Bild 4 Energieangebot einer Sonnenkollektoranlage im Verhältnis zum Energiebedarf für Warmwasserbereitung und Heizung

a Energiebedarf (Bedarfsanforderung)
b Energieangebot der Solaranlage
M Monat
Q Wärmeenergie
Solarer Energieüberschuss (nutzbar z. B. für Schwimmbad)
Genutzte Solarenergie (solare Deckung)
Nicht abgedeckter Energiebedarf (Nachheizung)

2 Übersicht (Anlagenschemen)

In diesem Kapitel werden verschiedene hydraulische Möglichkeiten zur Umsetzung einer thermischen Solaranlage aufgezeigt. Die Schemen sind nach Regelung und Ausstattung aufsteigend sortiert.

Beachten Sie auch die Systemvorschläge in den Planungsunterlagen der jeweiligen Wärmeerzeuger und in der Junkers Hydraulikdatenbank unter www.junkers.com.

2.1 Anlagenschema 1: Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, einem ungemischten und einem gemischten Heizkreis (System 1)

Anwendungsbereich

- Ein- und Zweifamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät Cerapur mit integriertem 3-Wege-Ventil und Warmwasser-Vorrangschaltung
- Bivalenter Solarspeicher
- Solare Warmwasserbereitung
- Ein ungemischter Heizkreis
- Ein gemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage über die App "JunkersHome" geregelt werden.

Hinweise

- Das Schnellmontageset HW 2...-3 enthält die erforderliche hydraulische Weiche.
- Ein direkter elektrischer Anschluss einer Zirkulationspumpe an der Geräteelektronik ist möglich. In diesem Fall wird das Programm für die Zirkulationspumpe über den Regler FW 200 gesteuert.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).

Funktionsbeschreibung

Auch bei der solaren Warmwasserbereitung in Verbindung mit einem ungemischten und einem gemischten Heizkreis wird der Solarspeicher am Speicheranschluss des Heizgeräts angeschlossen. Die Nachheizung des Solarspeichers erfolgt dann mit dem Heizgerät. Für einen maximalen Solarertrag und als Verbrühungsschutz muss ein Trinkwassermischer eingebaut werden.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 1 ausgeführt, das mit dem Regler FW 200 über den BUS kommuniziert. Das Solarmodul ISM 1 ist in der Solarstation AGS5/ISM1 bereits eingebaut.

Die Ansteuerung des ungemischten und des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM2, das in dem Schnellmontageset HW 2 U/G-3 eingebaut ist, für 2 Heizkreise. Im Schnellmontageset sind alle hydraulisch und regelungstechnisch erforderlichen Komponenten inklusive hydraulischer Weiche für die Heizkreise eingebaut.

Die Kommunikation mit dem Regler FW 200 erfolgt über ein 2-Draht-BUS-System. Wenn der Regler FW 200 im Heizgerät eingebaut ist, kann die Anlage über die Fernbedienung FB 10 oder FB 100 komfortabel vom Wohnraum aus geregelt werden.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

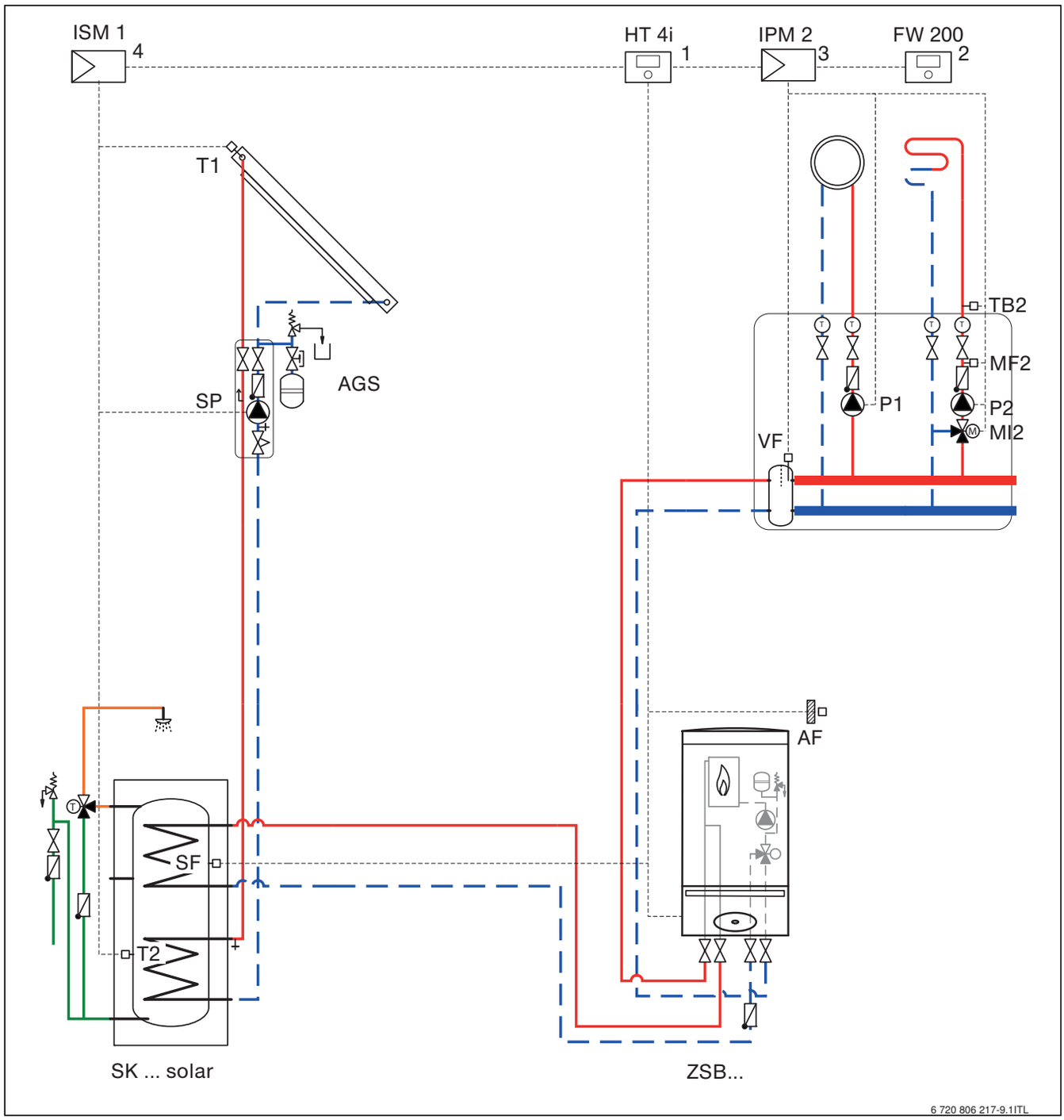


Bild 5 Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, einem ungemischten und einem gemischten Heizkreis (System 1)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
4 In der Solarstation oder an der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 4i	Basiscontroller
ISM 1	Solarmodul für Warmwasser-unterstützung
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
MF2	Mischerkreistemperaturfühler
MI2	3-Wege-Mischer
P1...2	Pumpe
SF	Speichertemperaturfühler
SK	Warmwasserspeicher
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten
TB2	Temperaturbegrenzer
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZSB	Gas-Brennwertgerät Cerapur

2.2 Anlagenschema 2: CerapurSolar-Comfort mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und einem ungemischten Heizkreis (System 2)

Anwendungsbereich

- Einfamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar-Comfort mit Schichtladespeicher
- Systempufferspeicher SP 400 SHU
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein ungemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise

- Ein direkter elektrischer Anschluss einer Zirkulationspumpe an der Geräteelektronik ist möglich. In diesem Fall wird das Programm für die Zirkulationspumpe über den Regler FW 200 gesteuert.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).

Funktionsbeschreibung

Der außentemperaturgeführte Regler FW 120 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 1 ausgeführt. Das Solarmodul ISM 1 ist in der Solarstation des Systempufferspeichers bereits eingebaut.

Die Kommunikation mit dem Regler FW 120 erfolgt über ein 2-Draht-BUS-System.

Wenn der Regler im Gas-Brennwertgerät eingebaut ist, kann die Fernbedienung FB 10 oder optional FB 100 zur Regelung vom Wohnraum aus eingesetzt werden.

Die Heizungspumpe versorgt direkt den Heizkreis. Ein gemischter Heizkreis ist bei der solaren Heizungsunterstützung nicht notwendig, da die gewünschte Vorlauftemperatur bereits mit einem Mischer in der CerapurSolar gemischt wird.

Die Solarwärme wird in den Systempufferspeicher eingespeist. Das heiße Pufferspeicherwasser wird von der CerapurSolar-Comfort je nach Anforderung zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung genutzt. Bei Bedarf wird über den Gasbrenner nachgeheizt. Es wird kein Bereitschaftsvolumen in dem Pufferspeicher durch konventionelle Energie aufgeheizt.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

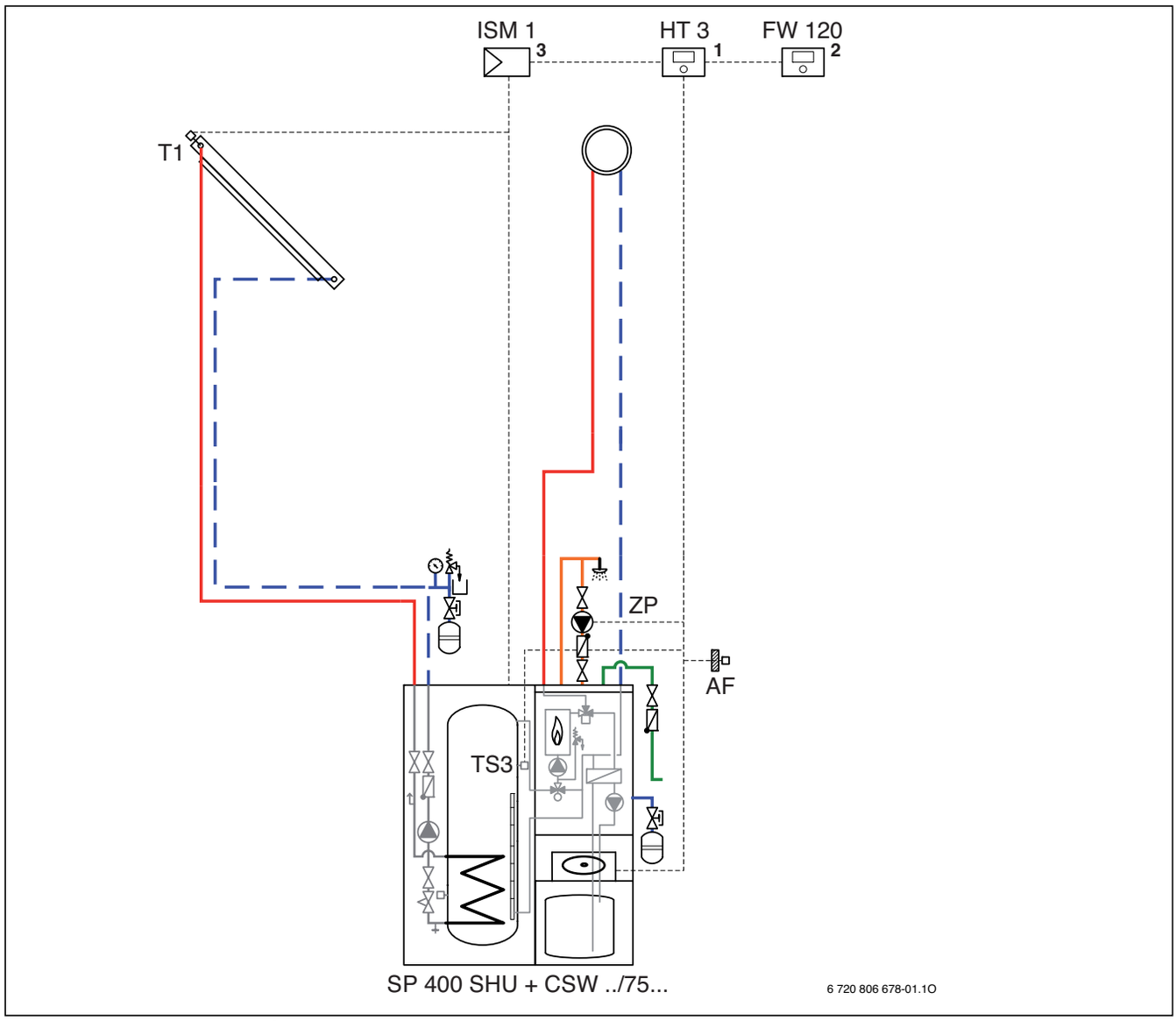


Bild 6 CerapurSolar-Comfort mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und einem ungemischten Heizkreis (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 Im Solar-Pufferspeicher

AF	Außentemperaturfühler
FW 120	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
ISM 1	Solarmodul für Warmwasserbereitung
SP 400...	Gas-Brennwertgerät CerapurSolar-Comfort
TS3	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
T1	Kollektortemperaturfühler
ZP	Zirkulationspumpe

2.3 Anlagenschema 3: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur, Kombi-Pufferspeicher (Tank-in-Tank) und einem gemischten Heizkreis (System 2)

Anwendungsbereich

- Einfamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar-Comfort integriertem 3-Wege-Ventil und Warmwasser-Vorrangschaltung
- Kombi-Pufferspeicher (Tank-in-Tank)
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein gemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise

- Ein direkter elektrischer Anschluss einer Zirkulationspumpe an der Geräteelektronik ist möglich. In diesem Fall wird das Programm für die Zirkulationspumpe über den Regler FW 200 gesteuert.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den Pufferspeicherbereich des Solar-Kombispeichers eingespeist. Das heiße Pufferspeicherwasser erwärmt den Inhalt des innenliegenden Warmwasserbehälters. Im oberen Bereich des Kombi-Pufferspeichers heizt das Gas-Brennwertgerät bei Bedarf nach. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ optimiert diese Nachladung.

Für den Verbrühungsschutz muss ein Trinkwassermischer eingebaut werden.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Kombi-Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Kombi-Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem FW 200 über ein 2-Draht-BUS-System kommuniziert. Das Solarmodul ISM 2 ist in der Solarstation AGS5/ISM2 bereits eingebaut.

Die Ansteuerung des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM1, das im Heizgerät einbaubar ist.

Wenn der Regler FW 200 im Heizgerät eingebaut ist, kann die Anlage über die Fernbedienung FB 10 oder FB 100 komfortabel vom Wohnraum aus geregelt werden.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

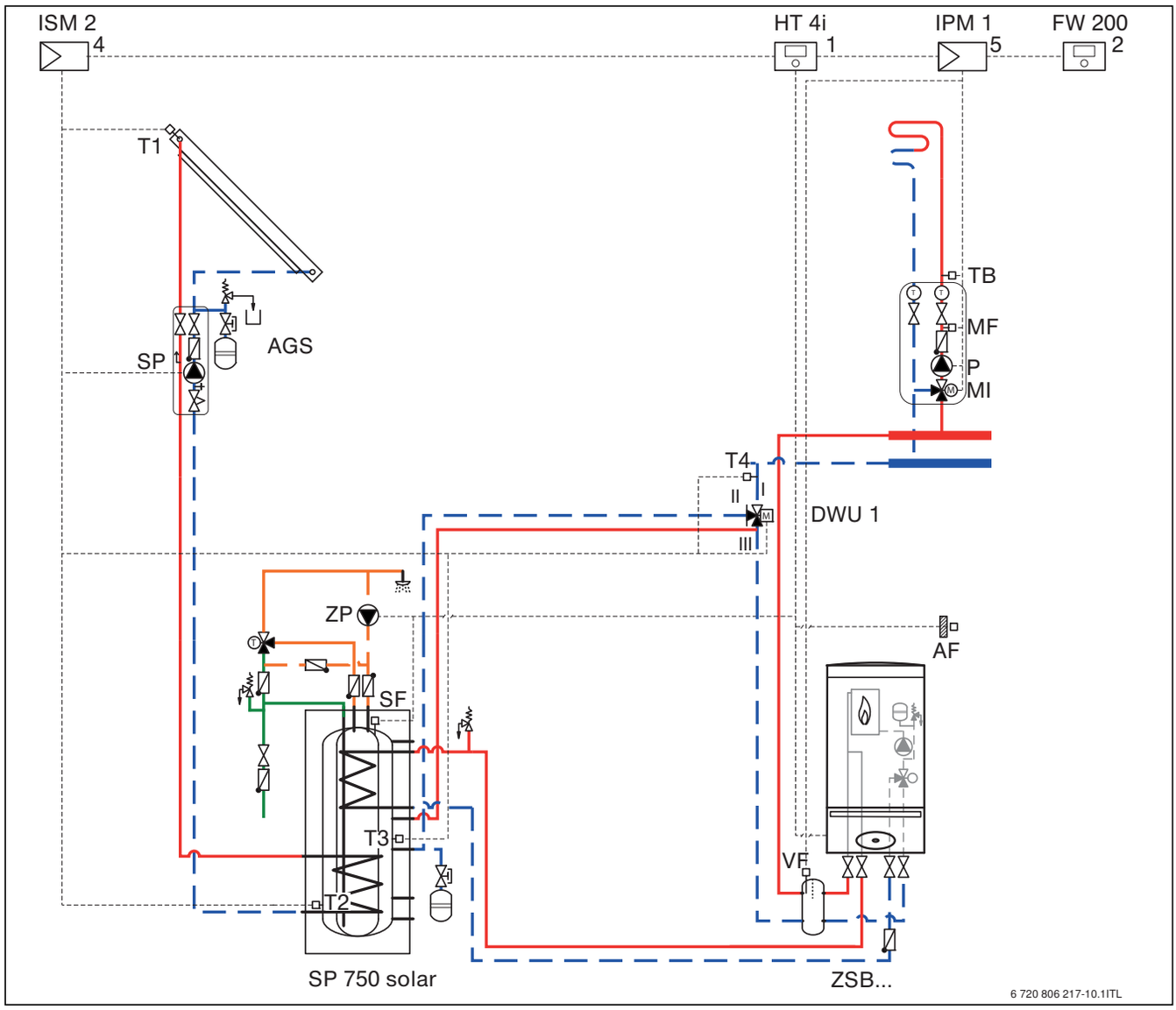


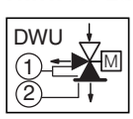
Bild 7 Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur, Kombi-Pufferspeicher (Tank-in-Tank) und einem gemischten Heizkreis (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
DWU1	3-Wege-Umschaltventil
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 4i	Basiscontroller
ISM 2	Solarmodul für Heizungsunterstützung
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Pumpe
SP	Solarpumpe
SF	Speichertemperaturfühler
SP 750 solar	Solarspeicher
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten
T3	Speichertemperaturfühler (Rücklauftemperaturanhebung)
TB	Temperaturbegrenzer
T_4	Speichertemperaturfühler Heizungsrücklauf
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZP	Zirkulationspumpe
ZSB...	Gas-Brennwertgerät CerapurSolar-Comfort

Hinweis zu DWU1:



[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

2.4 Anlagenschema 4: CerapurSolar mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, direkter Heizkreis, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2)

Anwendungsbereich

- Einfamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein ungemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“
- Optionaler Anschluss für einen Biomasse-Kessel oder Kamin

Hinweise

- Ein direkter elektrischer Anschluss einer Zirkulationspumpe an der Geräteelektronik ist möglich. In diesem Fall wird das Programm für die Zirkulationspumpe über den Regler FW 200 gesteuert.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Das Puffervolumen ist nach der Leistung der Solaranlage und dem Biomasse-Kessel oder Kamin auszulegen.

Funktionsbeschreibung

Der außentemperaturgeführte Regler FW 120 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung.

Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 1 ausgeführt.

Die Kommunikation mit dem Regler FW 120 erfolgt über ein 2-Draht-BUS-System. Wenn der Regler im Gas-Brennwertgerät eingebaut ist, kann die Fernbedienung FB 10 oder optional FB 100 zur Regelung vom Wohnraum aus eingesetzt werden.

Die Heizungspumpe versorgt direkt den Heizkreis. Ein gemischter Heizkreis ist bei der solaren Heizungsunterstützung nicht notwendig, da die gewünschte Vorlauftemperatur bereits mit einem Mischer in der CerapurSolar gemischt wird.

Die Solarwärme und eine optionale Biomasse-Energie werden in den Systempufferspeicher eingespeist. Das heiße Pufferspeicherwasser wird von der CerapurSolar je nach Anforderung zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung genutzt. Bei Bedarf wird über den Gasbrenner nachgeheizt. Es wird kein Bereitschaftsvolumen in dem Pufferspeicher durch konventionelle Energie aufgeheizt.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

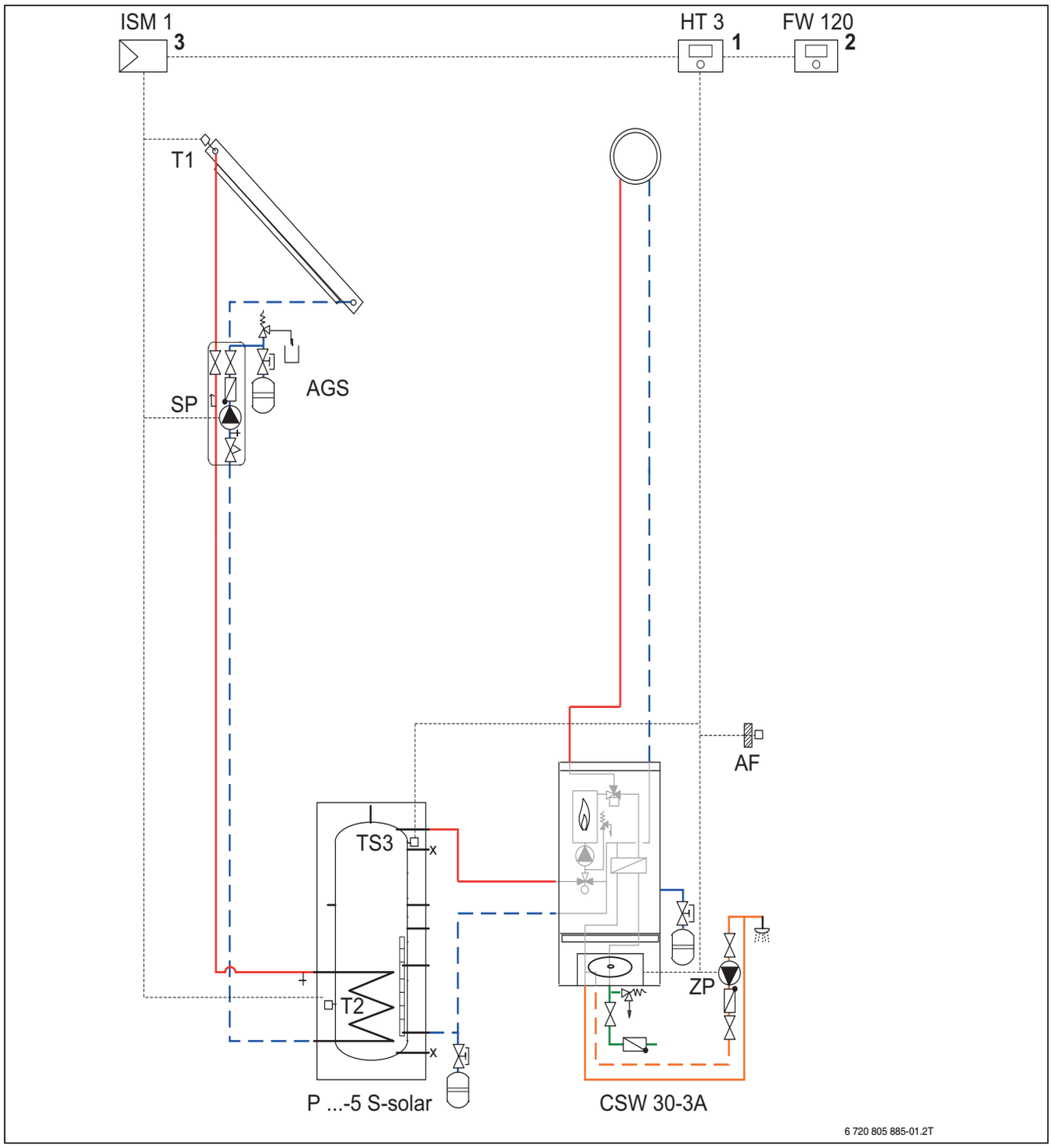


Bild 8 CerapurSolar mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, direkter Heizkreis, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
CSW 30-3 A	Gas-Brennwertgerät CerapurSolar
FW 120	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
ISM 1	Solarmodul für Warmwasserbereitung
P...-5 S-solar	Solarspeicher
SP	Solarpumpe
TS3	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
x	Anschluss für Biomasse-Kessel/Kamin
ZP	Zirkulationspumpe

2.5 Anlagenschema 5: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2)

Anwendungsbereich

- Einfamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar ohne integriertes 3-Wege-Ventil
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Frischwasserstation FWST-2
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- 2 gemischte Heizkreise
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise

- Eine hocheffiziente Zirkulationspumpe mit Impuls- oder Zeitsteuerung ist in der Frischwasserstation FWST-2 enthalten.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).
- Das Puffervolumen ist nach der Leistung der Solaranlage und dem Biomasse-Kessel oder Kamin auszulegen.

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den unteren Bereich des Solar-Pufferspeichers eingespeist. Zusätzlich kann ein Biomasse-Kessel oder Kamin in den Pufferspeicher eingebunden werden. Im oberen Bereich des Solar-Pufferspeichers heizt das Gas-Brennwertgerät bei Bedarf nach. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ optimiert diese Nachladung.

Die Frischwasserstation entnimmt dem Bereitschaftsteil die Energie zur hygienischen und in Kombination mit Solarthermie hocheffizienten Warmwasserbereitung.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem FW 200 über ein 2-Draht-BUS-System kommuniziert.

Die Ansteuerung des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM1.

Wenn der Regler FW 200 im Heizgerät montiert ist, kann die Anlage optional über die Fernbedienung FB 10 oder FB 100 komfortabel vom Wohnraum aus geregelt werden.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

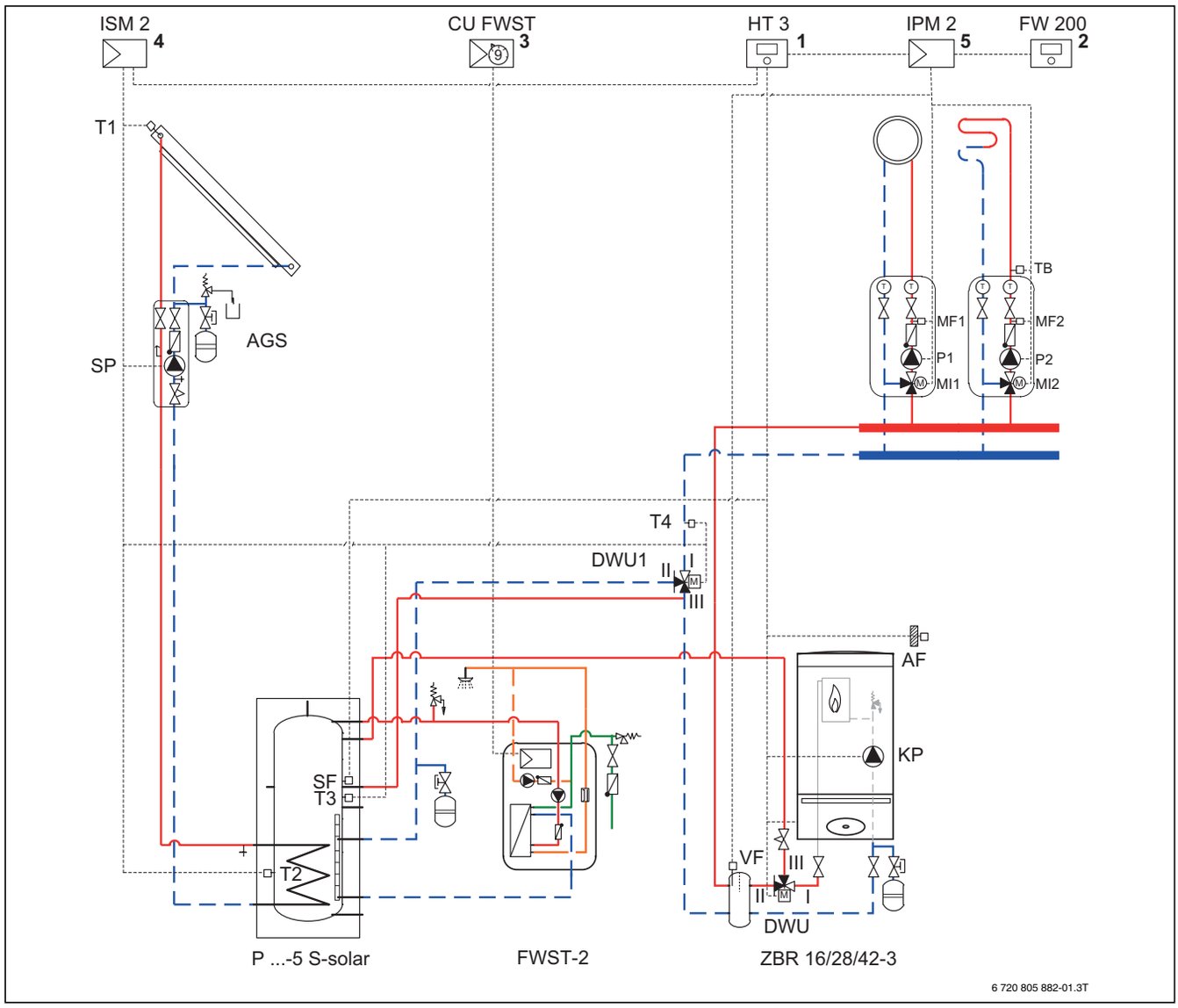


Bild 9 Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
CU FWST	Regelgerät Frischwasserstation
DWU	3-Wege-Ventil
DWU1	Ventil Rücklauftemperaturanhebung
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
FWST-2	Frischwasserstation
HT3	Heatronic 3®
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
ISM 2	Solarmodul für Heizungsunterstützung
KP	Kesselkreispumpe
MF1...2	Mischerkreistemperaturfühler
MI1...2	3-Wege-Mischer
P1...2	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
P...-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
TB	Temperaturbegrenzer
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauftemperaturanhebung
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät Cerapur

Hinweis zu DWU:

[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

2.6 Anlagenschema 6: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, 2 Speicher-Lösung mit Cerapur, 2 gemischten Heizkreisen, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2C p-v)

Anwendungsbereich
- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhäuser (bis 4 WE)

Anlagenkomponenten
- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Bivalenter Solarspeicher
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- 2 gemischte Heizkreise
- Speicherladekreis für Parallelbetrieb
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise
- Ein Trinkwassermischer und eine Zirkulationspumpe sind in der Warmwasser-Komfortgruppe enthalten.
- Ein direkter elektrischer Anschluss einer Zirkulationspumpe an der Geräteelektronik ist möglich. In diesem Fall wird das Programm für die Zirkulationspumpe über den Regler FW 200 gesteuert.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).
- Das Puffervolumen ist nach der Leistung der Solaranlage und dem Biomasse-Kessel oder Kamin auszulegen.

Funktionsbeschreibung

Zuerst erwärmt die Solarenergie im Solarspeicher das Trinkwasser. Wenn der Solarspeicher auf die eingestellte Warmwasser-Solltemperatur geladen ist, schaltet das 3-Wege-Ventil DWUC (in Baugruppe SBU) auf den Pufferspeicher um (nähere Details siehe unter Option C: Vor-und Nachrangschaltung auf Seite 72).

Im oberen Bereich des bivalenten Solarspeichers heizt das Gas-Brennwertgerät bei Bedarf nach. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ kann diese Nachladung optimieren.

Der Pufferspeicher wird bis auf maximal 90° C erwärmt.

Als Verbrühungsschutz muss ein thermostatischer Trinkwassermischer eingebaut werden. Der Trinkwassermischer ist in der Warmwasser-Komfortgruppe WWKG enthalten.

Die solare Heizungsunterstützung (hier auch der Biomasse-Wärmeerzeuger) erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem FW 200 über ein 2-Draht-BUS-System kommuniziert. Das Solarmodul ISM 2 ist in der Solarstation AGS 5/ISM 2 bereits eingebaut.

Die Ansteuerung der gemischten Heizkreise erfolgt über ein Lastschaltmodul IPM 2 für 2 Heizkreise. Für die Speicherladung erfolgt die Ansteuerung über ein weiteres Schaltmodul IPM1.

Wenn der Regler FW 200 im Heizgerät montiert ist, kann die Anlage optional über die Fernbedienung FB 10 oder FB 100 komfortabel vom Wohnraum aus geregelt werden.

Optional kann ein Biomasse-Kessel oder Kamin ebenfalls den Pufferspeicher aufladen und damit die Heizung unterstützen.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

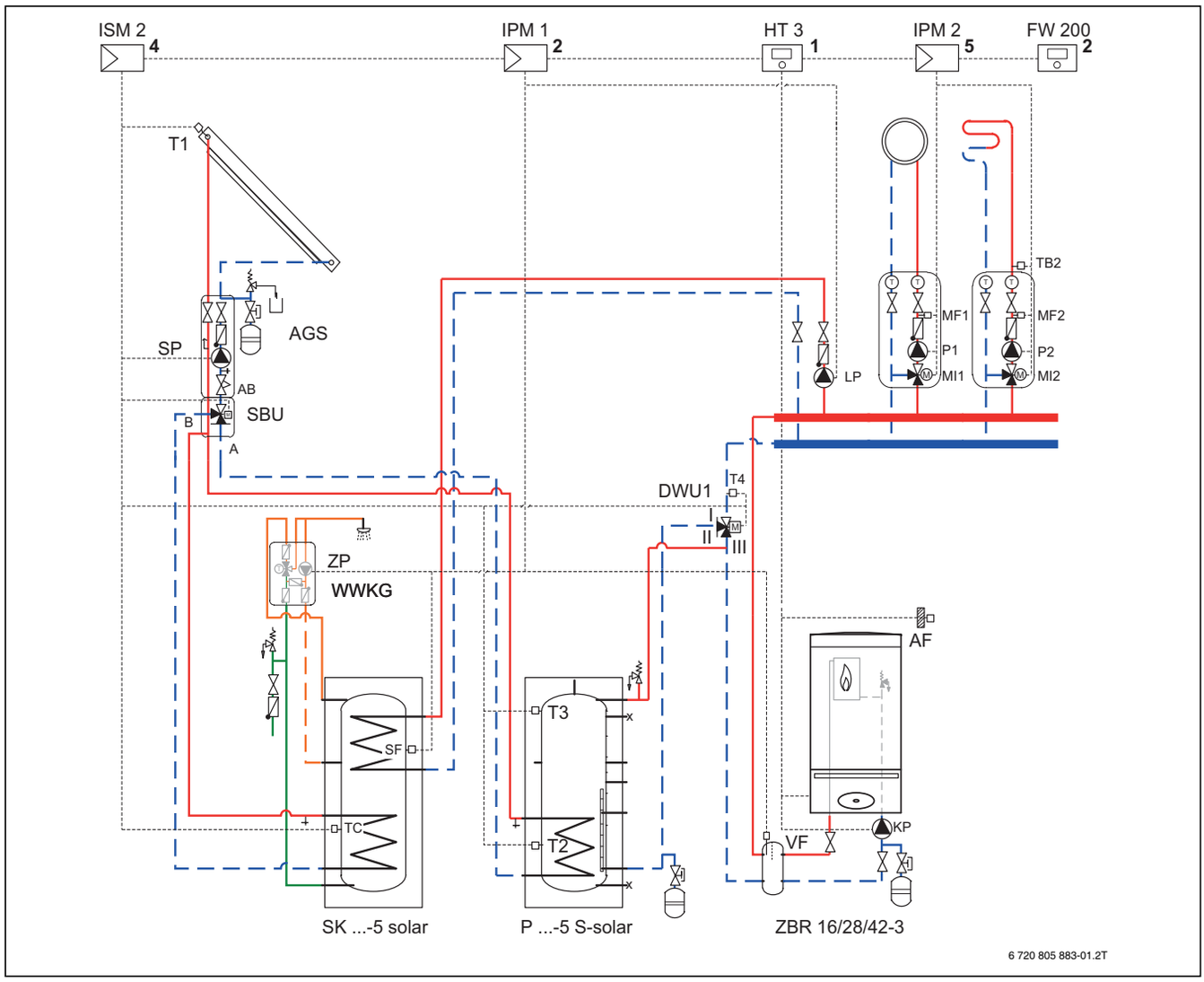


Bild 10 Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, 2 Speicher-Lösung mit Cerapur, 2 gemischten Heizkreisen, optional Biomasse-Wärmeerzeuger (System 2C p-v)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
DWU1	Ventil Rücklauftemperaturanhebung
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
ISM 2	Solarmodul für Heizungsunterstützung
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF1...2	Mischerkreistemperaturfühler
MI1...2	3-Wege-Mischer
P1...2	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
P...-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
SBU	Solar-Baugruppe mit Umschaltventil DWUC (Option C)
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SK...-5S-solar	Solarspeicher
SP	Solarpumpe
TB2	Temperaturbegrenzer
TC	Speichertemperaturfühler (Option C)
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauftemperaturanhebung
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
VF	Vorlauftemperaturfühler
WWKG	Warmwasser-Komfortgruppe
ZBR...	Gas-Brennwertgerät Cerapur
ZP	Zirkulationspumpe

Hinweis zu DWU1/DWUC:

[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

2.7 Anlagenschema 7: Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Suprapur-O, Kombi-Pufferspeicher (Edelstahl-Wellrohr) und einem gemischten Heizkreis (System 2)

Anwendungsbereich

- Einfamilienhaus

Anlagenkomponenten

- Öl-Brennwertkessel Suprapur-O
- Ein gemischter Heizkreis
- Kombispeicher mit Edelstahl-Wellrohr zur Warmwasserbereitung PF... solar
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise

- Systembedingt sollte eine Warmwasser-Zirkulation vermieden werden oder mit geringem Volumenstrom und begrenzter Laufzeit erfolgen. Ansonsten wird die Systemeffizienz deutlich gesenkt.
- Der maximale Warmwasser-Volumenstrom des Kombispeichers ist zu beachten.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den unteren Teil des Solar-Kombispeichers eingespeist. Im oberen Bereich des Kombi-Pufferspeichers heizt der Öl-Brennwertkessel bei Bedarf nach. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ optimiert diese Nachladung. Das heiße Pufferspeicherwasser erwärmt im Durchfluss das durch das Edelstahl-Wellrohr strömende Trinkwasser.

Für den Verbrühungsschutz muss ein Trinkwassermischer eingebaut werden.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Kombi-Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Kombi-Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem FW 200 über ein 2-Draht-BUS-System kommuniziert. Das Solarmodul ISM 2 ist in der Solarstation AGS5/ISM2 bereits eingebaut.

Die Ansteuerung des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM1.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

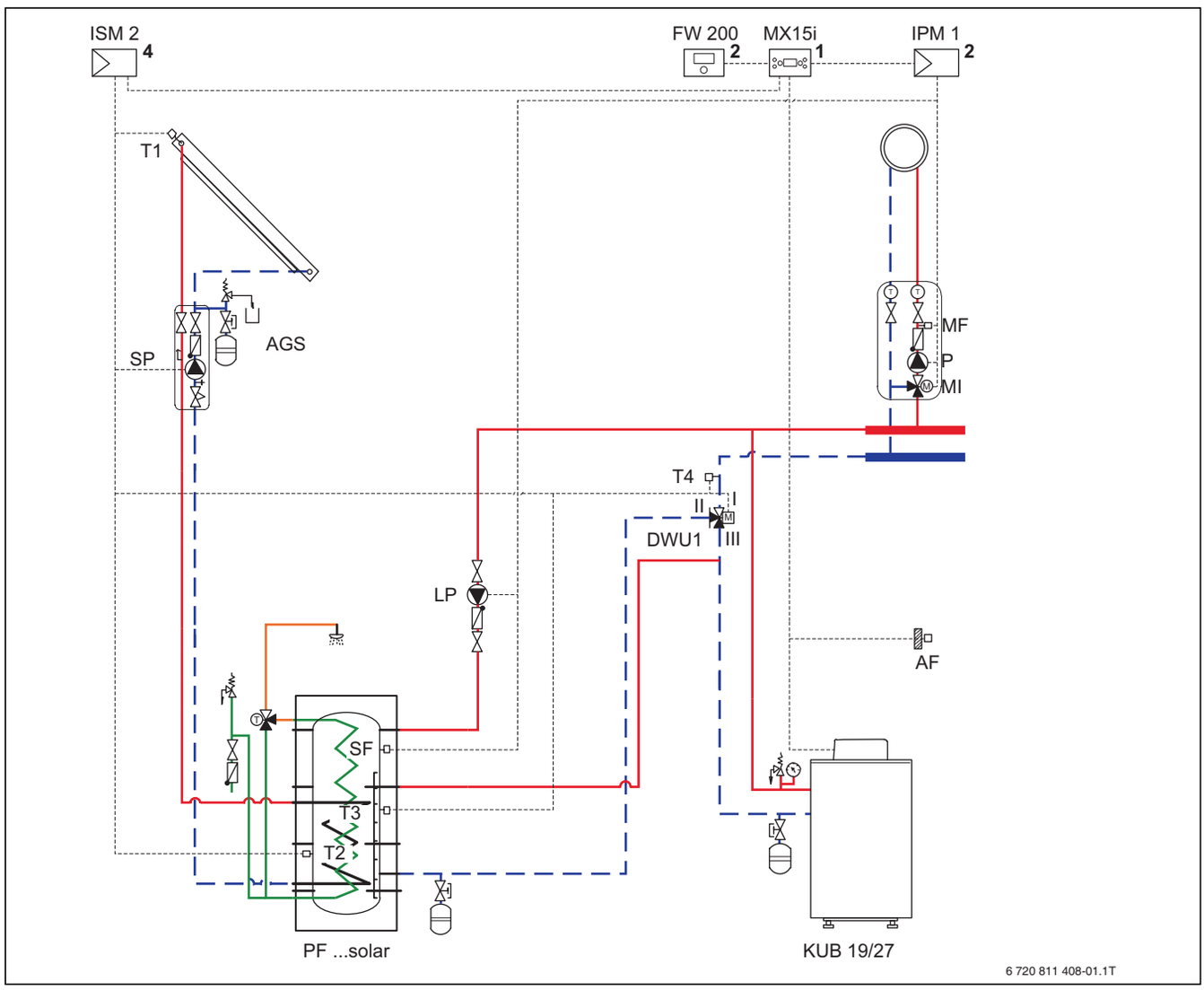


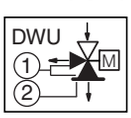
Bild 11 Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Suprapur-O, Kombi-Pufferspeicher (Edelstahl-Wellrohr) und einem gemischten Heizkreis (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
DWU1	Ventil Rücklauftemperaturanhebung
MX15i	Bedienfeld
FW200	Außentemperaturgeführter Regler
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
ISM 2	Solarmodul
PF... solar	Solar-Kombispeicher
KUB 19/27	Öl-Brennwertkessel Suprapur-O
LP	Speicherladepumpe
M	3-Wege-Mischer
MF	Mischerkreistemperaturfühler
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauf-temperaturanhebung
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf

Hinweis zu DWU1:



[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

2.8 Anlagenschema 8: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2)

Anwendungsbereich

- Großes Ein- oder Zweifamilienhaus
- Mehrfamilienhäuser (bis 12 WE)
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurSolar ohne integriertes 3-Wege-Ventil
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Frischwasserstation TF 27/40-2
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein gemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“

Hinweise

- Eine hocheffiziente Zirkulationspumpe ist als Zubehör für die TF...-2 verfügbar (ZPS 2) und wird über den Regler in der TF...-2 geregelt.
- Die temperatursensible Einspeisung am Pufferspeicher (DWU) ist als energetische Optimierung für die TF 40-2 ist möglich.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Der Regler der Frischwasserstation bietet die Möglichkeit alle Fühlerwerte und Pumpenlaufzeiten der TF...-2 auf eine SD-Karte aufzuzeichnen.
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).
- Der Volumenstrom der Speicherladung muss auf die WW-Spitzenleistung und der hohen Temperaturspreizung der Frischwasserstation abgestimmt werden.

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den unteren Bereich des Solar-Pufferspeichers eingespeist. Im oberen Bereich des Pufferspeichers heizt das Gas-Brennwertgerät in einen Bereitschaftsteil nach. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ optimiert diese Nachladung.

Die Frischwasserstation entnimmt dem Bereitschaftsteil die Energie zur hygienischen und in Kombination mit Solarthermie hocheffizienten Warmwasserbereitung.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem FW 200 über ein 2-Draht-BUS-System kommuniziert. Die Ansteuerung des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM1.

Funktionen der Frischwasserstation, z. B. Warmwassertemperatur, Zirkulation, temperatursensible Pufferspeicher-Einbindung, werden über den Regler in der Frischwasserstation geregelt.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

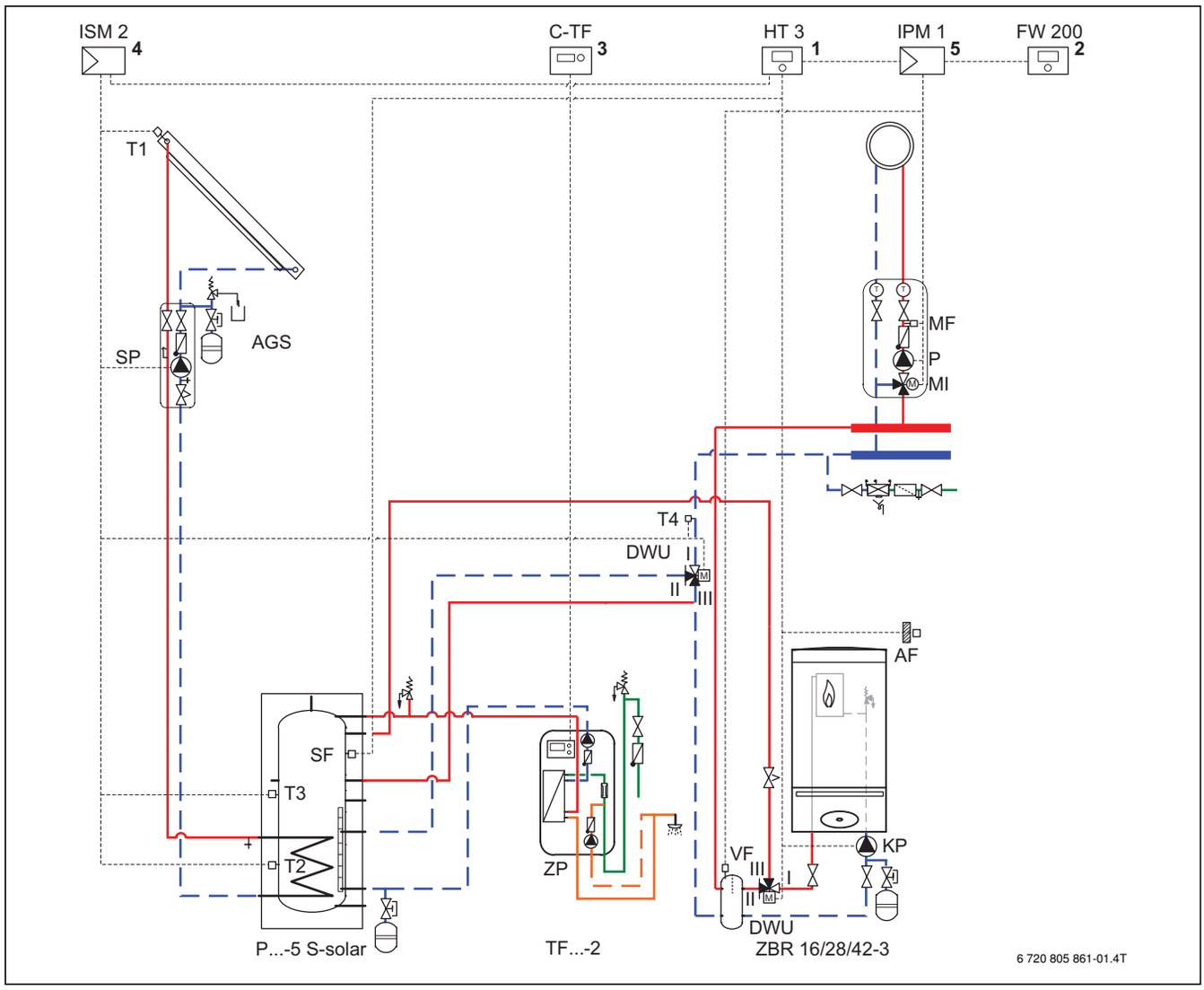


Bild 12 Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Cerapur (ohne integriertes Umschaltventil), Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
C-TF	Regler der Frischwasserstation TF...-2
DWU	3-Wege-Ventil
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
ISM 2	Solarmodul
P...-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
KP	Kesselkreispumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauftemperaturanhebung
T4	Temperaturfühler für Heizungsrücklauf
TF...-2	Frischwasserstation
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät Cerapur
ZP	Zirkulationspumpe

2.9 Anlagenschema 9: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2)

Anwendungsbereich

- Mehrfamilienhäuser (bis 18 WE)
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Frischwasserstation TF...-2
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein gemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung
- Autarker Solarsystemregler

Hinweise

- Eine hocheffiziente Zirkulationspumpe ist als Zubehör für die TF...-2 verfügbar (ZPS 2) und wird über den Regler in der TF...-2 geregelt.
- Die temperatursensible Einspeisung am Pufferspeicher (DWU) ist als energetische Optimierung für die TF 40-2 möglich.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Der Regler der Frischwasserstation und der Solarsystemregler bieten die Möglichkeit alle Fühlerwerte und Pumpenlaufzeiten der TF...-2 und der Solaranlage auf eine SD-Karte aufzuzeichnen.
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).
- Der Volumenstrom der Speicherladung muss auf die Warmwasser-Spitzenleistung und der hohen Temperaturspreizung der Frischwasserstation abgestimmt werden.

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den unteren Bereich des Solar-Pufferspeichers eingespeist. Im oberen Bereich des Pufferspeichers heizt das Gas-Brennwertgerät in einen Bereitschaftsteil nach.

Die Frischwasserstation entnimmt dem Bereitschaftsteil die Energie zur hygienischen und in Kombination mit Solarthermie hocheffizienten Warmwasserbereitung.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung. Die Ansteuerung des gemischten Heizkreises und der Speicherladung erfolgt über das Schaltmodul IPM2. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über einen autarken Solarsystemregler ausgeführt.

Funktionen der Frischwasserstation, z. B. Warmwassertemperatur, Zirkulation, temperatursensible Pufferspeicher-Einbindung werden über den Regler in der Frischwasserstation geregelt.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

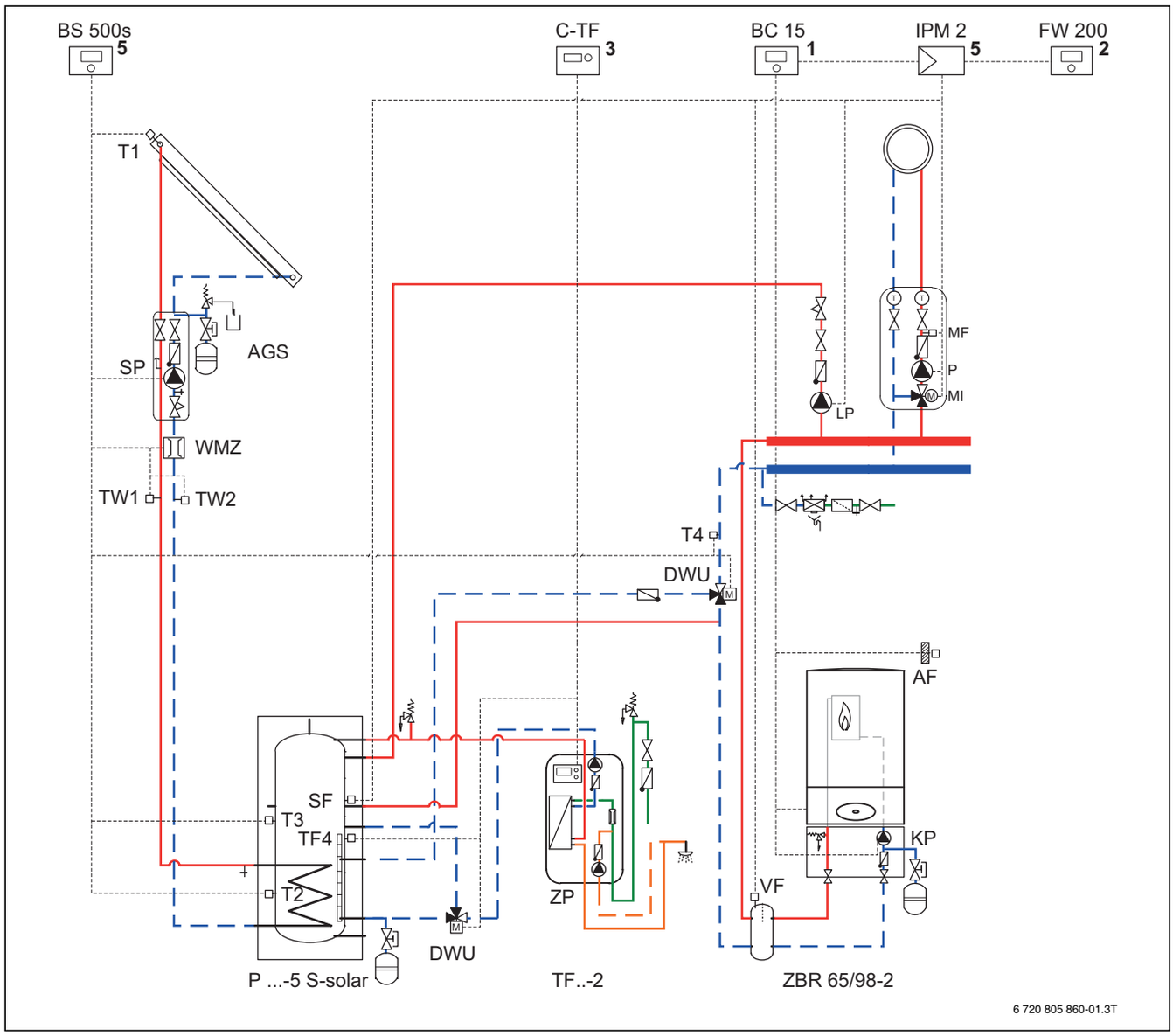


Bild 13 Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation und ein gemischter Heizkreis (System 2)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
BC 15	Kesselsteuerung
BS 500s	Solarsystemregler
C-TF	Regler der Frischwasserstation TF...-2
DWU	3-Wege-Ventil
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
P...-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauftemperaturanhebung
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
TF...-2	Frischwasserstation
TF4	Temperaturfühler für temperatursensible Rücklaufeinspeisung
TW1	Fühler 1 Wärmemengenzähler
TW2	Fühler 2 Wärmemengenzähler
VF	Vorlauftemperaturfühler
WMZ	Wärmemengenzähler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
ZP	Zirkulationspumpe

2.10 Anlagenschema 10: Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation-Kaskade, separate Solar- und Bereitschafts-Pufferspeicher und ein gemischter Heizkreis (BS 500: System 4)

Anwendungsbereich

- Mehrfamilienhäuser (bis 55 WE)
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten

- Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
- Systempufferspeicher P...-5 S-solar
- Frischwasserstation TF...-2
- Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Ein gemischter Heizkreis
- Außentemperaturgeführte Regelung
- Autarker Solarsystemregler

Hinweise

- Eine bauseitige Zirkulationspumpe wird über den Regler in der TF 40-2 geregelt.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).
- Der Regler der Frischwasserstation und der Solarsystemregler bieten die Möglichkeit alle Fühlerwerte und Pumpenlaufzeiten der TF...-2 und der Solaranlage auf eine SD-Karte aufzuzeichnen.
- Anlagen mit solarer Heizungsunterstützung sind ausschließlich mit gemischten Heizkreisen auszuführen (Ausnahme: CerapurSolar).
- Der Volumenstrom der Speicherladung muss auf die WW-Spitzenleistung und der hohen Temperaturspreizung der Frischwasserstation abgestimmt werden.

Funktionsbeschreibung

Die Solarwärme wird in den Solar-Pufferspeicher über eine Solartrennstation (über einen externen Wärmetauscher) eingespeist. Der Bereitschafts-Pufferspeicher wird durch das Gas-Brennwertgerät zur Versorgungssicherheit aufgeladen.

Die Frischwasserstation besteht aus einer Kaskade von 2x TF 40-2 (80 l/min) und entnimmt dem Bereitschaftspufferspeicher die Energie zur hygienischen und in Kombination mit Solarthermie hocheffizienten Warmwasserbereitung.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solarteil des Pufferspeichers wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung. Die Funktionen des Heiz- und Speicherladekreises erfolgt über das Schaltmodul IPM2. Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über einen autarken Solarsystemregler ausgeführt.

Funktionen der Frischwasserstation, z. B. Warmwassertemperatur, Zirkulation, temperatursensible Pufferspeicher-Einbindung, werden über den Regler in der Frischwasserstation geregelt.

Der Rücklauf der Frischwasserstation erfolgt temperatursensibel. Dabei schaltet das DWU auf den Solar-Pufferspeicher, wenn der Solar-Pufferspeicher wärmer als der Rücklauf der Frischwasserstation ist.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

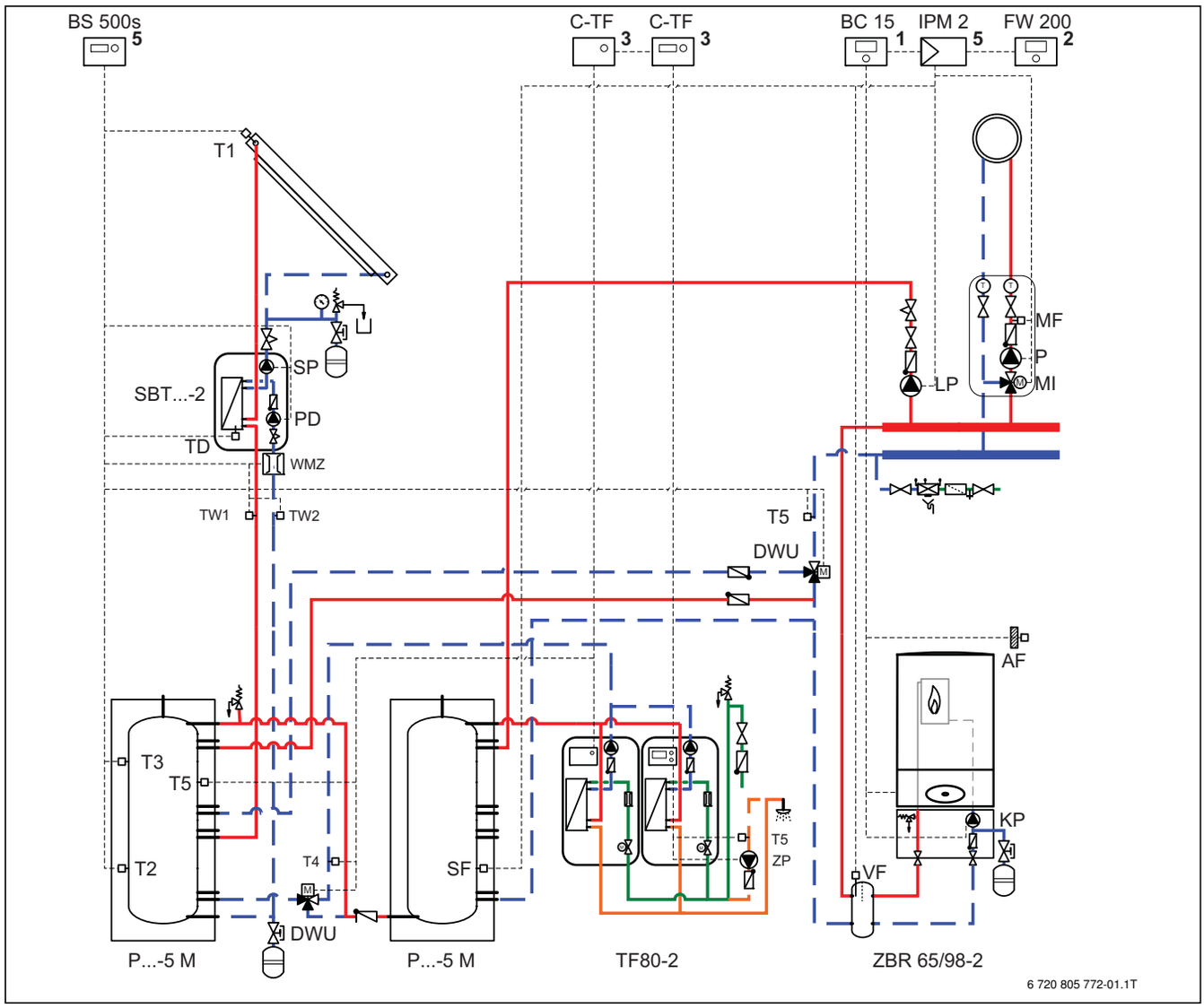


Bild 14 Frischwassersystem TF, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit CerapurMaxx, Frischwasserstation-Kaskade, separate Solar- und Bereitschafts-Pufferspeicher und ein gemischter Heizkreis (BS 500: System 4)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
BC 15	Kesselsteuerung
BS 500s	Solarsystemregler
C-TF	Regler der Frischwasserstation TF...-2
DWU	3-Wege-Ventil
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
P...-5 M	Solar-Pufferspeicher
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
PD	Pumpe zur Pufferbeladung (Option D)
SBT...-2	Solartrennstation
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler Rücklauf-temperaturanhebung
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
T5	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
TD	Temperaturfühler Wärmetauscher
TF...-2	Frischwasserstation
TW1	Fühler 1 Wärmemengenzähler
TW2	Fühler 2 Wärmemengenzähler
VF	Vorlauftemperaturfühler
WMZ	Wärmemengenzähler
ZBR...-2	Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
ZP	Zirkulationspumpe

2.11 Anlagenschema 11: Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, Vorwärmstufe und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb

Anwendungsbereich
- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten
- Gas-Brennwertgerät Cerapur
- Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
- Warmwasser-Vorwärmspeicher zur solaren Beladung
- Ein gemischter Heizkreis für parallele Warmwasserbereitung
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“
- Autarker Solarsystemregler

Hinweise
- Die Trinkwasser-Pumpe PB/PE sollte in 30 min das gesamte Speichervolumen umwälzen können.
- Die Vorwärmstufe ist nach dem DVGW Arbeitsblatt W 551 1x täglich auf 60 °C aufzuheizen (Antilegionellenschaltung).
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).

Funktionsbeschreibung

Die Solarenergie wird in einen Warmwasserspeicher geladen, der einem Bereitschafts-Warmwasserspeicher vorgeschalten ist (Vorwärmstufe). Das Kaltwasser durchströmt zuerst den Vorwärmspeicher und nutzt somit die Solarenergie zur Vorerwärmung des Warmwassers.

Wenn die Vorwärmstufe wärmer als der Bereitschaftsspeicher ist, erfolgt eine Umschichtung über die Pumpe PB. So wird das gesamte Speichervolumen für die Solarenergie genutzt.

Für einen maximalen Solarertrag und als Verbrühungsschutz muss ein Trinkwassermischer eingebaut werden.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 200 regelt die Heizung und die solare Warmwasserbereitung. Die patentierte Reglerfunktion „Solar Control Unit Inside“ optimiert diese Nachladung des Bereitschaftsspeichers sowie die Antilegionellenschaltung.

Die Antilegionellenschaltung erfolgt vorrangig durch die Solarenergie oder, wenn diese nicht ausreichend ist, durch das Gas-Brennwertgerät (Pumpe PE).

Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über das Solarmodul ISM 2 ausgeführt, das mit dem Regler FW 200 über den BUS kommuniziert. Das Solarmodul ISM 2 ist in der Solarstation AGS5/ISM2 bereits eingebaut.

Die Ansteuerung des Speicherladekreises und des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM2 für 2 Heizkreise.

Die Kommunikation mit dem Regler FW 200 erfolgt über ein 2-Draht-BUS-System. Wenn der Regler FW 200 im Heizgerät eingebaut ist, kann die Anlage über die Fernbedienung FB 10 oder FB 100 komfortabel vom Wohnraum aus geregelt werden.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

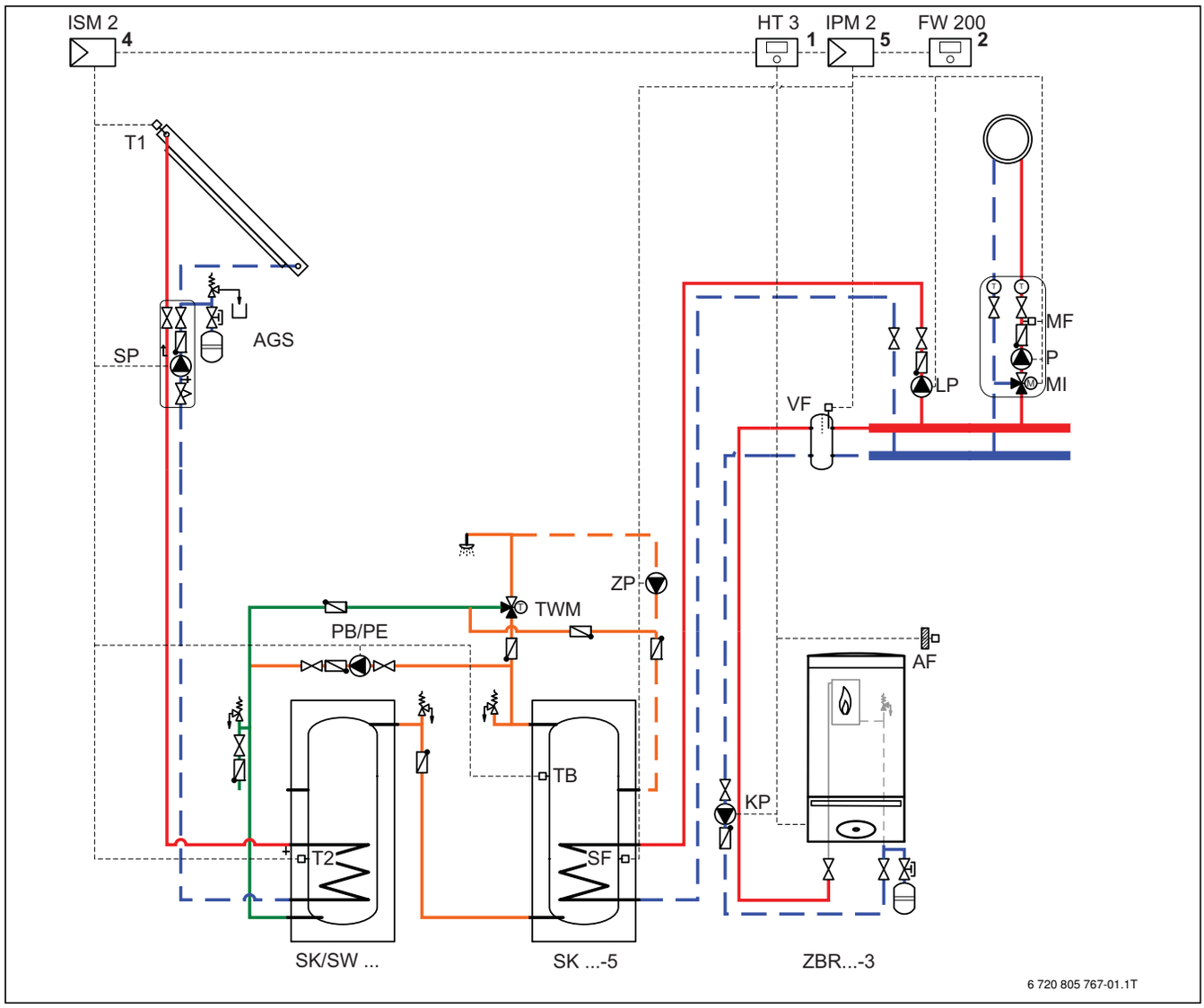


Bild 15 Solare Warmwasserbereitung mit Cerapur, Vorwärmstufe und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
ISM 2	Solarmodul
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
PB	Pumpe für Trinwasserumladesystem
PE	Pumpe für thermische Desinfektion
SK...-5	Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
SK/SW	Warmwasser-Vorwärmspeicher
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
TB	Temperaturbegrenzer
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät
ZP	Zirkulationspumpe

HINWEIS: Der beim SW... beiliegende Speicherfühler ist für eine Junkers Wärmepumpe und kann hier nicht verwendet werden.

▶ Speicherfühler SF4 aus dem Zubehörprogramm verwenden.

2.12 Anlagenschema 12: Vorwärmsystem TF, solare Warmwasserbereitung mit CerapurMaxx, Vorwärm-Frischwasserstation und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb (System 1)

Anwendungsbereich
- Mehrfamilienhaus
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten
- Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
- Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
- Frischwasserstation TF...-2 als Vorwärmstufe
- Solar-Pufferspeicher
- Ein gemischter Heizkreis für parallele Warmwasserbereitung
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“
- Autarker Solarsystemregler

Hinweise
- Einfache Einbindung von Solarthermie in bestehende Warmwasser-Anlagen
- Maximaler Warmwasser-Spitzenvolumenstrom 40 l/min
- Eine Erweiterung zur solaren Heizungsunterstützung ist über eine Rücklaufanhebung (DWU1) einfach möglich.
- Die Vorwärmstufe (TF...-2) ist nach dem DVGW Arbeitsblatt W 551 1x täglich auf 60 °C aufzuheizen (Antilegionellenschaltung).
- Der Regler der Frischwasserstation und der Solarsystemregler bieten die Möglichkeit alle Fühlerwerte und Pumpenlaufzeiten der TF...-2 und der Solaranlage auf eine SD-Karte aufzuzeichnen.
- Mit dem Kommunikationsmodul MB LAN2 kann die Anlage mit der App „JunkersHome“ geregelt werden (iPhone/iPad und Android).

Funktionsbeschreibung

Die Solarenergie wird in einem Pufferspeicher geladen. Wenn der Pufferspeicher wärmer als der Bereitschaftsspeicher ist, wird das Kaltwasser durch die Frischwasserstation TF...-2 bei Warmwasser-Zapfung im Durchfluss erwärmt (Vorwärmstufe).

Die Beheizung des Bereitschaftsspeichers erfolgt mit dem Gas-Brennwertgerät.

Der außentemperaturgeführte Regler FW 120 regelt die Heizung.

Die Antilegionellenschaltung erfolgt vorrangig durch die Solarenergie oder, wenn diese nicht ausreichend ist, durch das Gas-Brennwertgerät (Pumpe PAL).

Die Schaltfunktionen der Solaranlage werden über einen autarken Solarsystemregler ausgeführt. Funktionen der Frischwasserstation, z. B. eine intelligente Antilegionellenschaltung (PAL), werden über den Regler in der Frischwasserstation geregelt.

Die Ansteuerung des Speicherladekreises und des gemischten Heizkreises erfolgt über das Schaltmodul IPM2 für 2 Heizkreise.

Die Kommunikation mit dem Regler FW 200 erfolgt über ein 2-Draht-BUS-System.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

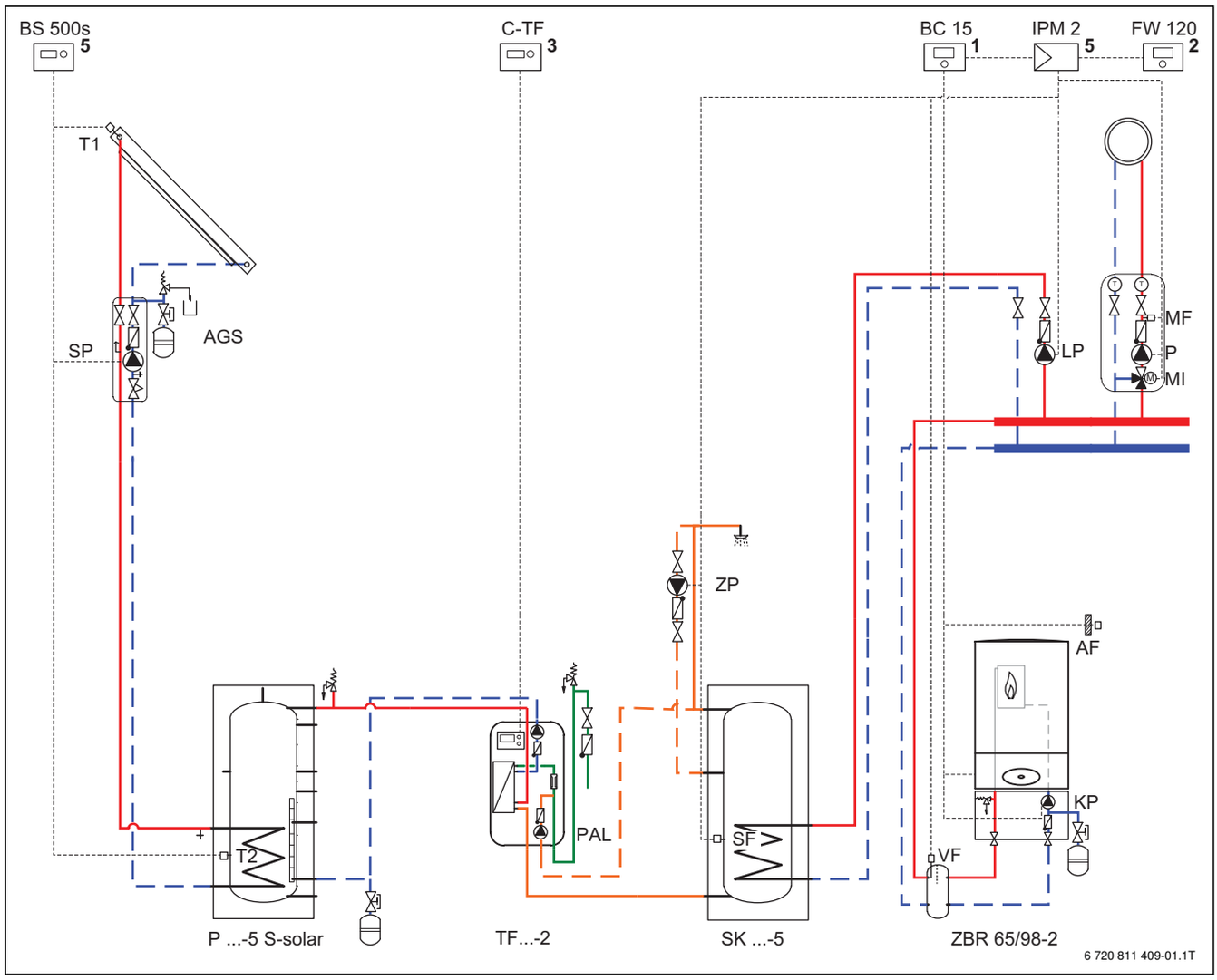


Bild 16 Vorwärmsystem TF, solare Warmwasserbereitung mit CerapurMaxx, Vorwärm-Frischwasserstation und einem gemischten Heizkreis für Warmwasser-Parallelbetrieb (System 1)

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 In der Station
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
FW 120	Außentemperaturgeführter Regler
BC 15	Kesselsteuerung
BS 500s	Solarsystemregler
C-TF	Regler der Frischwasserstation TF...-2
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
P...-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
PAL	Pumpe Antilegionellenschaltung
SK...-5	Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
TF...-2	Frischwasserstation
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät CerapurMaxx
ZP	Zirkulationspumpe

2.13 Anlagenbeispiel 13: Vorwärmsystem TS, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, Vorwärmstation und ein gemischter Heizkreis

Anwendungsbereich
- Mehrfamilienhaus
- Gewerbeobjekte

Anlagenkomponenten
- Bauseitiger Wärmeerzeuger
- Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
- Solar-Pufferspeicher
- Vorwärmstation TS...-2
- Ein gemischter Heizkreis für parallele Warmwasser-Bereitung
- Außentemperaturgeführte Regelung mit Funktion „Solar Control Unit Inside“
- Autarker Solarsystemregler

Hinweise
- Besonders geeignet bei hohen Lastschwankungen bei kurzer Spitzenlastzeit
- Ein Teil des Spitzenbedarfs wird über den Tag in einem Warmwasser-Vorwärmspeicher „vorgespeichert“.
- Die Vorwärmstufe (SK...-ZSB und TS...-2) ist nach dem DVGW Arbeitsblatt W 551 1x täglich auf 60 °C aufzuheizen (Antilegionellenschaltung).
- Die Solarsystemregler (BS 500s/e) bieten die Möglichkeit alle Fühlerwerte und Pumpenlaufzeiten auf eine SD-Karte aufzuzeichnen.

Funktionsbeschreibung

Die Solarenergie wird in einem Pufferspeicher geladen. Wenn der Pufferspeicher wärmer als der Vorwärmspeicher SK...-ZBS ist, wird dieser durch die Vorwärmstation TS...-2 kontinuierlich erwärmt. Dies erfolgt auch während einer Warmwasserzapfung.

Die Beheizung des Bereitschaftsspeichers erfolgt mit dem vorhandenen Wärmeerzeuger.

Die Antilegionellenschaltung erfolgt vorrangig durch die Solarenergie oder, wenn diese nicht ausreichend ist, durch das Gas-Brennwertgerät (Pumpe PAL). Diese Schaltfunktion erfolgt intelligent. Es wird täglich geprüft, ob der Vorwärmspeicher und die Vorwärmstation durch die Solaranlage bereits einmal auf 60 °C aufgeheizt wurden. Nur wenn das der Fall ist, wird die Nachheizung über den Bereitschaftsspeicher oder den Wärmeerzeuger frei gegeben.

Die solare Heizungsunterstützung erfolgt über eine Rücklaufeinbindung. Wenn der Solar-Pufferspeicher wärmer als der Anlagenrücklauf ist, erfolgt eine Umschaltung über den Pufferspeicher.

Die Schaltfunktionen der Solaranlage und der Vorwärmstufe TS...-2 werden über einen autarken Solarsystemregler mit Erweiterung ausgeführt.

Die Ansteuerung des Speicherladekreises und des gemischten Heizkreises erfolgt über die Regelung des vorhandenen Kessels.

Heizungsunterstützung mit TS

Wenn neben der Warmwasserbereitung auch eine Heizungsunterstützung vorgesehen wird, ist eine Einbindung in die solar beheizten Pufferspeicher über eine Puffer-Bypass-Schaltung möglich. Zur Regelung eignet sich auch für die Heizungsunterstützung der Regler BS 500.

Folgende Empfehlungen sind bei zusätzlicher Heizungsunterstützung zu beachten:
- Um die sommerlichen Überschüsse abzumildern und die Erträge in den Übergangszeiten zu optimieren, ist eine steilere Kollektorneigung empfehlenswert.
- Die Auslegung der Brutto-Kollektorfläche ist gegenüber der reinen Warmwasserbereitung um den Faktor 2 zu erhöhen. Die Erhöhung ist bei der Dimensionierung des Pufferspeichervolumens zu berücksichtigen.
- Wegen der sehr unterschiedlichen Temperaturniveaus ist der Heizungsrücklauf getrennt vom Rücklauf der Warmwasserbereitung in den Speicher zu führen. Eine Schichtenladeeinrichtung oder Einschichtung in verschiedenen Höhen ist bei Heizungsunterstützung empfehlenswert.

Hydraulik mit Regelung (Prinzipschema)

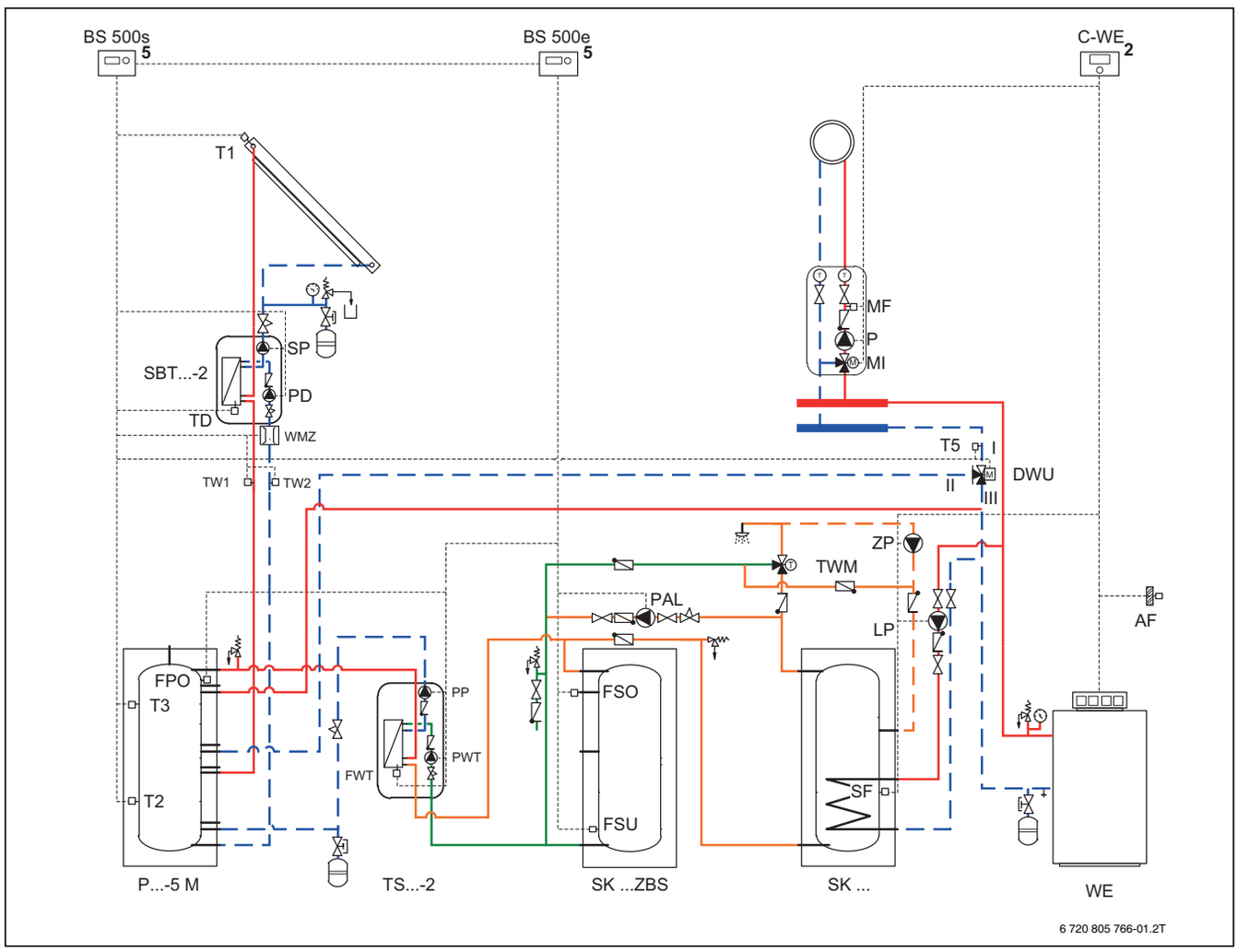


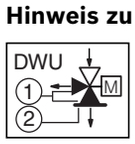
Bild 17 Vorwärmsystem TS, solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, Vorwärmstation und ein gemischter Heizkreis

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
BS 500e	Regler Pufferspeicher-Entladestation
BS 500s	Solarregler/Temperaturdifferenzregler
C-WE	Steuergerät Wärmeerzeuger
DWU	3-Wege-Umschaltventil
FWT	Temperaturfühler im Wärmetauscher
FPO	Temperaturfühler Pufferspeicher oben
FSO	Temperaturfühler Vorwärmspeicher oben
FSU	Temperaturfühler Vorwärmspeicher unten
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
P...-5 M	Solar-Pufferspeicher
PAL	Pumpe Antilegionellenschaltung
PD	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
PP	Primärkreispumpe TS
PWT	Sekundärkreispumpe TS
SBT...-2	Solar-Trennstation
SK...ZBS	Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
SP	Solarpumpe
TS	Pufferspeicher-Entladestation
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Temperaturfühler Speicher unten
T3	Temperaturfühler Speicher oben
T5	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
TD	Temperaturfühler Wärmetauscher
TS...-2	Vorwärmstation
TW1	Fühler 1 Wärmemengenzähler
TW2	Fühler 2 Wärmemengenzähler
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
WE	Wärmeerzeuger
WMZ	Wärmemengenzähler
ZP	Zirkulationspumpe

Hinweis zu DWU1:



[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

3 Solarkollektoren

3.1 Allgemeines

Im Mittelpunkt jeder Solaranlage steht neben dem Speicher- oder Puffersystem der Solarkollektor. Der Solarkollektor nimmt die Energie der Sonnenstrahlen über den Absorber auf und wandelt sie in Wärme um.

Die in dünnen Rohren im Absorber fließende Wärmeträgerflüssigkeit - ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel - durchströmt den Absorber, erhitzt sich dabei und transportiert die Wärme zum Wärmetauscher im Solarspeicher.

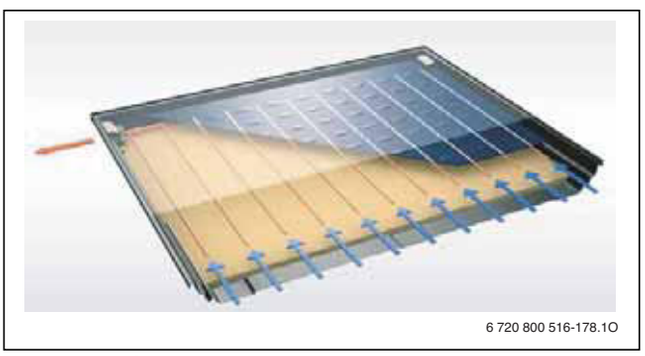


Bild 18 Aufbau Flachkollektor

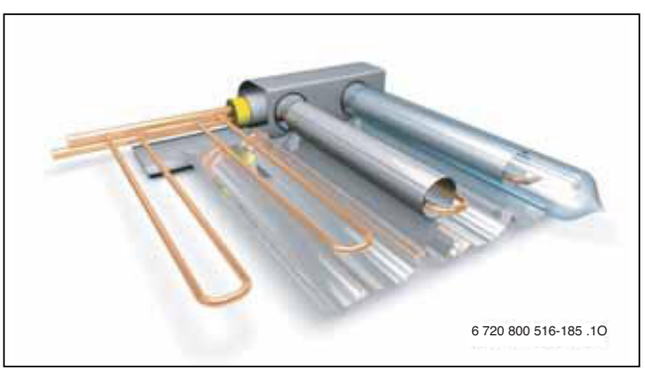


Bild 19 Aufbau Vakuumröhrenkollektor

3.1.1 Kollektorflächen

Zur Beschreibung der Geometrie von Kollektoren werden unterschiedlich definierte Flächen verwendet, die nicht miteinander verwechselt werden dürfen.

Flachkollektoren

- **Brutto-Kollektorfläche**
  Die Brutto-Kollektorfläche ist das Produkt der Außenmaße (Länge × Breite) des Kollektors und besagt, welche Dachfläche zur Aufdachmontage mindestens erforderlich ist. Bei der Indachmontage muss das Eindecksystem noch hinzugerechnet werden.
- **Aperturfläche**
  Die Aperturfläche ist die Lichteinfallsfläche des Kollektors, durch die Sonnenstrahlen in den Kollektor gelangen und den Absorber entweder direkt oder über Reflexion erreichen können.
- **Absorberfläche**
  Die Absorberfläche (auch: wirksame Kollektorfläche, Effektivfläche) entspricht der Oberfläche des Absorbers.

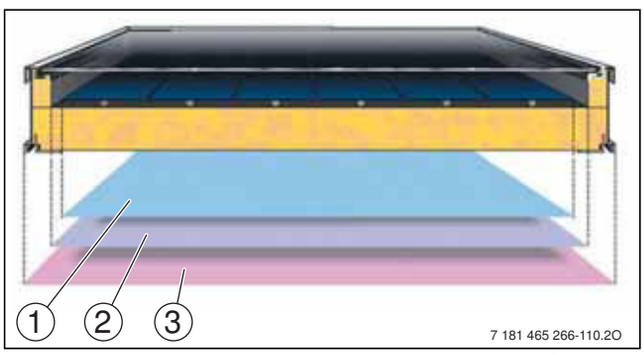


Bild 20 Bezeichnung der verschiedenen Flächen (Flachkollektor)

[1] Absorberfläche
[2] Aperturfläche
[3] Brutto-Kollektorfläche

Vakuumröhrenkollektor

- **Brutto-Kollektorfläche**
  Die Brutto-Kollektorfläche ist das Produkt der Außenmaße (Länge × Breite) des Kollektors und besagt, welche Dachfläche zur Aufdachmontage mindestens erforderlich ist.
- **Aperturfläche**
  Bei Vakuumröhrenkollektoren mit Reflektor ist die Aperturfläche gleich der Reflektorfläche, da die gesamte auf den Reflektor treffende Strahlung zum Absorber reflektiert wird.
- **Absorberfläche**
  Die Absorberfläche (auch: wirksame Kollektorfläche, Effektivfläche) entspricht der Oberfläche der Innenrohre:
  Umfang Innenrohre × Länge Absorber × Anzahl Rohre

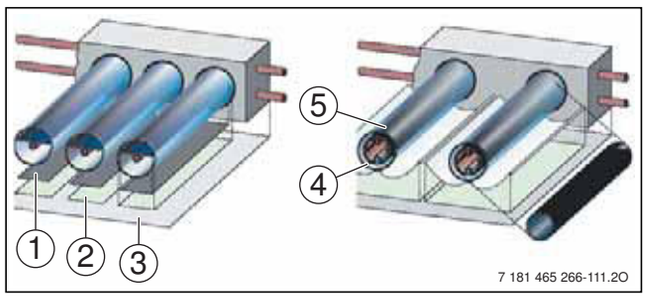


Bild 21 Bezeichnung der verschiedenen Flächen (Vakuumröhrenkollektor)

[1] Absorberfläche
[2] Aperturfläche
[3] Brutto-Kollektorfläche
[4] Evakuierter Ringraum zwischen äußerer und innerer Röhre
[5] Außen geschwärzter oder beschichteter Absorber

3.1.2 Der Absorber

Der Absorber besteht aus der Absorberfläche und damit fest verbundenen Absorberrohren. Die Absorberfläche nimmt die Sonnenstrahlung auf und wandelt sie in Wärme um. Die Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt die Absorberrohre, nimmt die Wärme auf und transportiert sie aus dem Kollektor.

Um einen möglichst großen Wirkungsgrad zu erreichen, werden Absorber mit speziellen Beschichtungen versehen. Diese Beschichtungen erhöhen die Absorption der einfallenden Strahlung und vermindern die Wärmeverluste durch Abstrahlung.

Selektive Beschichtung

Die selektive Beschichtung bestand jahrzehntelang aus Schwarzchrom oder Schwarznickel und wurde in einem galvanischen Prozess aufgebracht. Seit einigen Jahren werden alternativ Selektivschichten angeboten, die im Vakuumverfahren aufgebracht werden. Die Energieverluste dieser Absorber sind bei hohen Temperaturen geringer als bei Absorbern mir Schwarzchrom- oder Schwarznickelschicht.

3.1.3 Der Kollektorwirkungsgrad

Wie effizient ein Solarkollektor arbeitet, das heißt, wie viel Strahlungswärme der Sonne der Solarkollektor in nutzbare Wärmeenergie umwandelt, wird mit dem Kollektorwirkungsgrad angegeben.

Der Wirkungsgrad kann jedoch nicht als fester Wert, sondern nur als Kurve ausgedrückt werden, da er sich je nach Einstrahlungsstärke und dem Temperaturunterschied zwischen Absorber und Umgebung ändert.

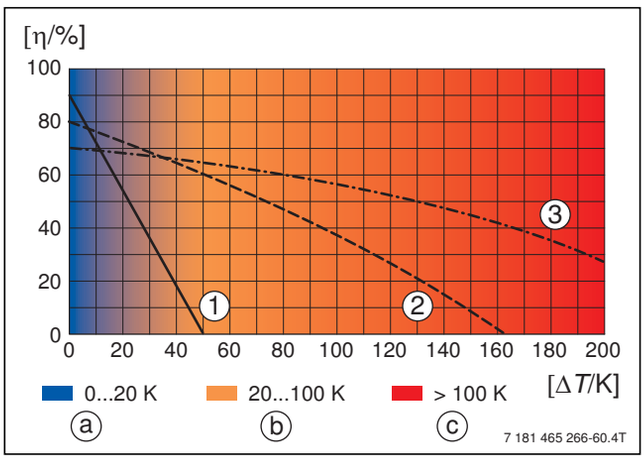


Bild 22 Wirkungsgrad eines Solarkollektors

ΔT Temperaturdifferenz ($T_{Absorber} - T_{Umgebung}$)
a Schwimmbadbeheizung
b Raumbeheizung und Warmwasser
c Prozesswärme
η Wirkungsgrad

[1] Schwimmbadabsorber
[2] Flachkollektor
[3] Vakuumröhrenkollektor

Die Leistungsfähigkeit des Kollektors hängt ganz wesentlich von der Wärmedämmung und der Aufnahmefähigkeit des Absorbers ab.

Junkers Solarkollektoren verfügen über eine hervorragende Dämmung und über eine höchst effiziente selektive Absorberbeschichtung (PVD Beschichtung = Physical Vapour Deposition (Physikalische Gasphasenabscheidung)) und gewährleisten so einen hohen Wirkungsgrad.

3.2 Kompaktkollektor FCC-2S

Der Einstiegskollektor FCC-2S überzeugt mit kompakten Maßen, bewährter Technik und einfachem Handling. Der Kollektor FCC-2S ist für Trinkwassersolaranlagen gedacht und lässt sich, dank eines durchdachten Befestigungssystems, schnell und problemlos mit nur einem Werkzeug montieren. Die Kollektoren werden untereinander werkzeuglos verbunden, die Anschlussleitungen werden lediglich gesteckt. Bei einer Brutto-Kollektorfläche von 2,09 m^2 wiegt der FCC-2S, aufgrund des leichten Aluminiumrahmens, lediglich 30 kg.

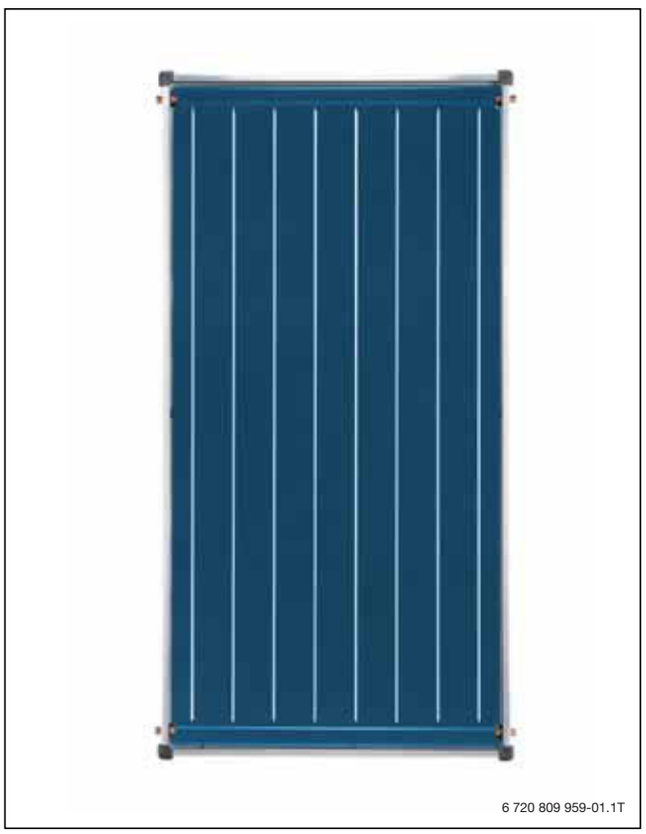


Bild 23 Solarkollektor FCC-2S

Vorteile auf einen Blick:

- Hohe Wirtschaftlichkeit durch hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Problemloser Transport aufs Dach durch kompakte Abmessungen und geringes Gewicht
- Einfache und schnelle Montage ohne Spezialwerkzeug durch standardisierte Verbindungselemente
- Flexibel einsetzbar für Aufdach- und Flachdachmontage

Gerätebeschreibung:

- Kollektor aus witterungsbeständigem Aluminium-Rahmenprofil mit Multifunktionsecken und einer aluminium-zink-beschichteten Rückwand
- Kollektoren für senkrechte Montage, geeignet für Aufdach- und Flachdachmontage (15°...35°)

Ausstattung:

- Ultraschallgeschweißter Aluminium-Vollflächenabsorber mit Rohrharfe und hochselektiver PVD Beschichtung
- Abdeckung mit einem 3,2 mm dicken, hagelfesten, leicht strukturiertem Einscheiben-Solarsicherheitsglas
- Wärmedämmung durch eine hochtemperaturfeste und ausgasungsfreie Steinwolldämmung
- Lüftung über die Durchführung der Anschlüsse diagonal zur Vermeidung von Feuchtigkeit im Kollektor
- Steckverbindungstechnik aller Anschluss-Sets mit flexiblem TÜV-geprüftem EPDM-Gewebeschlauch und Federbandschellen für werkzeugfreie Fixierung
- Rohranschlüsse an alle Anschluss-Sets mit Klemmringverschraubung 18 mm oder Außengewinde ¾"
- Integrierte Fühlerhülse Ø 6 mm

Technische Daten

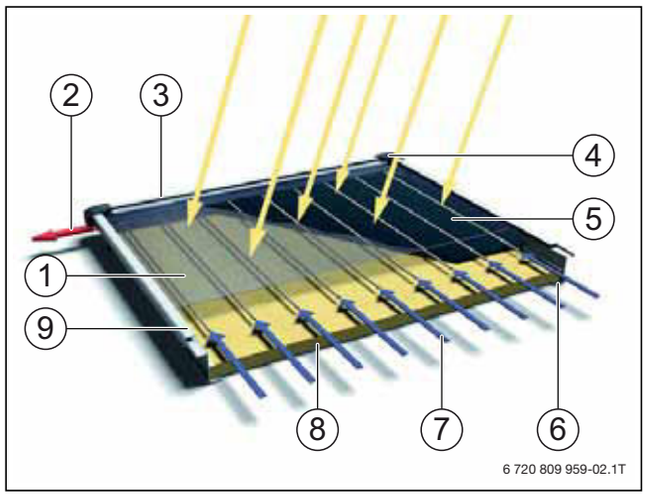


Bild 24 Querschnitt Kompaktkollektor FCC-2

[1] Solar-Sicherheitsglas
[2] Vorlauf
[3] Fühlertauchhülse
[4] Robuste Schutzecken
[5] Aluminium-Vollflächenabsorber mit PVD-Beschichtung
[6] Aluminium-Rückwand
[7] Wärmeträgerflüssigkeit
[8] Wärmedämmung
[9] Aluminium-Rahmenprofil

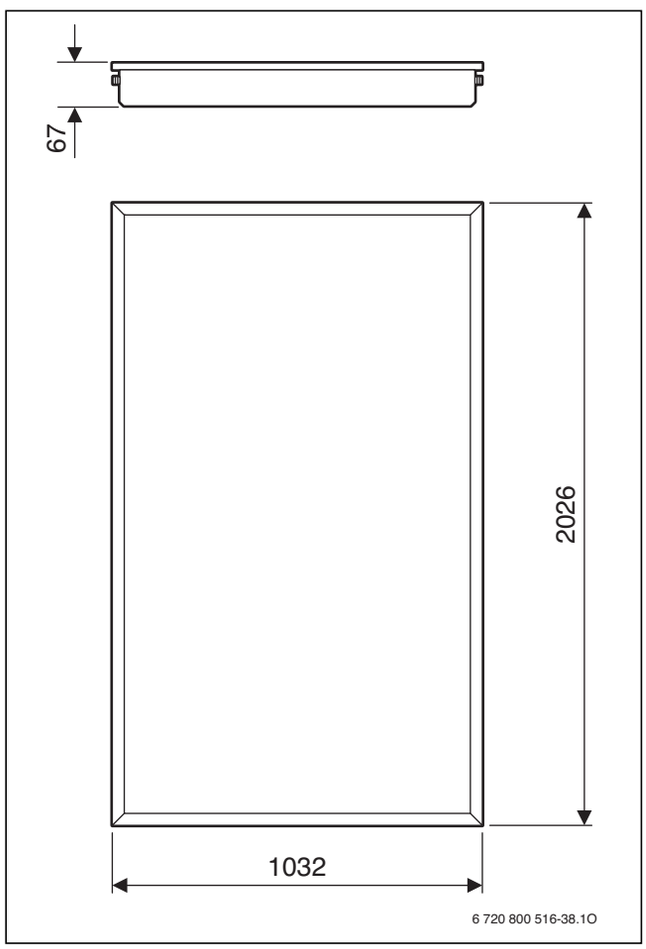


Bild 25 Abmessungen FCC-2

Flachkollektor FCC-2	Einheit	senkrecht
Abmessung (L × B × H)	mm	2026 × 1032 × 67
Brutto-Kollektorfläche	m^2	2,09
Aperturfläche	m^2	1,94
Absorberfläche	m^2	1,92
Gewicht	kg	30
Anschluss am Anschluss-Set	–	Klemmring-verschraubung oder Außengewinde ¾"
Absorberinhalt	l	0,8
Maximaler Betriebsdruck	bar	6
Nennvolumenstrom	l/h	50
solare Transmission	%	91
Absorption	%	95
Emission	%	5
Wirkungsgrad η_0 [1)]	%	76,1
Wärmeverlustkoeffizient a_1 [1)]	W/m^2K	4,083
Wärmeverlustkoeffizient a_2 [1)]	W/m^2K^2	0,012
Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor (50°)	–	0,94
Spezifische Wärmekapazität c [1)]	kJ/m^2K	4,10
Stillstandstemperatur	°C	194
Zertifiziert nach CEN KEYMARK		Registr.-Nr.: 011-7S2182 F

Tab. 1 Technische Daten Flachkollektor FCC-2

1) Bezogen auf die Aperturfläche

	Thermische Leistung G =		
	1000 W/m^2	700 W/m^2	400 W/m^2
(ΔT = 0 K) in Wp_th	1473	1031	589
(ΔT = 10 K) in W	1392	950	508
(ΔT = 30 K) in W	1215	773	331
(ΔT = 50 K) in W	1020	578	136

Tab. 2 Thermische Leistung FCC-2

3.3 Flachkollektoren FKC-2S und FKC-2W

Die Flachkollektoren FKC-2S (senkrechte Ausführung) und FKC-2W (waagerechte Ausführung) sind für den Einbau in Junkers Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung vorgesehen.

Die Junkers Flachkollektoren FKC-2 zeichnen sich durch eine hohe Lebensdauer aus. Besondere Robustheit und Steifigkeit ergeben sich durch die einteilige Fiberglas-Wannen-Konstruktion. Der Aluminium-Vollflächenabsorber ist ultraschallgeschweißt und bietet aufgrund der hochselektiven PVD-Beschichtung hohe Leistungswerte. Die Anschlusstechnik mit Steckverbindern aus TÜV-geprüftem EPDM-Gewebeschlauch ermöglicht eine schnelle und einfache Montage. Für die Kollektoranschlusstechnik ist kein Werkzeug erforderlich.

Bild 26 Flachkollektor FKC-2S

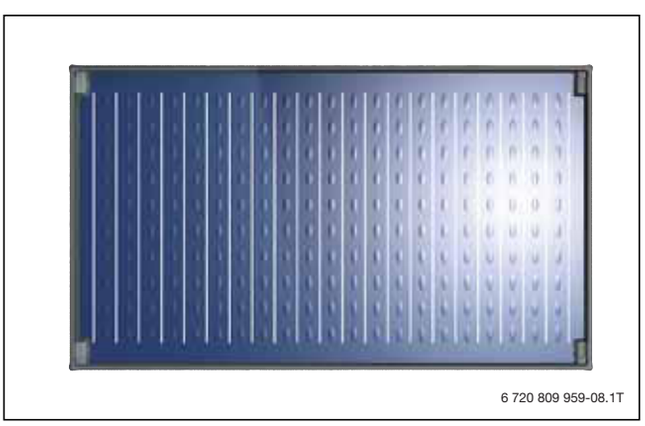


Bild 27 Flachkollektor FKC-2W

Gerätebeschreibung

- Kollektor mit sehr gutem Preis/Leistungsverhältnis, bestehend aus robuster UV- und witterungsbeständigem Fiberglas-Wannen-Konstruktion
- Kollektoren für senkrechte und waagerechte Montage
- Geeignet für Aufdach-, Indach-, Flachdach- und Fassadenmontage

Ausstattung

- Aluminium-Vollflächenabsorber mit Rohrharfe und hochselektiver Beschichtung (PVD-Beschichtung), ultraschallgeschweißt
- Abdeckung mit einem 3,2 mm hagelfesten, leicht strukturierten Einscheiben-Solar-Sicherheitsglas
- Wärmedämmung durch eine hochtemperaturfeste und ausgasungsfreie 50 mm dicke Mineralwolldämmung
- Diagonal belüfteter Randverbund zur Vermeidung von Feuchtigkeitsbildung
- Steckverbindungstechnik aller Anschluss-Sets mit flexiblem TÜV-geprüftem EPDM-Gewebeschlauch und Federbandschellen für werkzeugfreie Fixierung
- Rohranschlüsse an alle Anschluss-Sets mit Klemmringverschraubung 18 mm oder Außengewinde ¾"
- Integrierte Fühlerhülse Ø 6 mm

Technische Daten

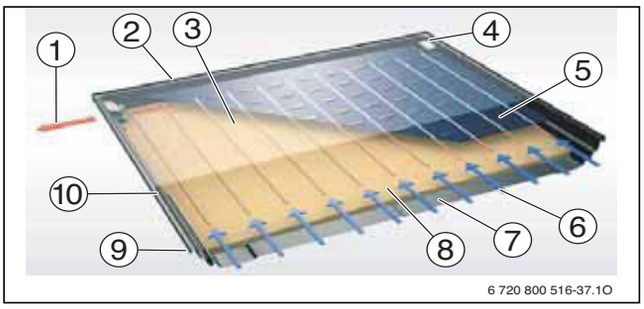


Bild 28 Querschnitt Kompaktkollektor FKC-2w

[1] Vorlauf
[2] Fühlertauchhülse
[3] Solar-Sicherheitsglas
[4] Absorberdurchführung und Lüftung
[5] Aluminium-Vollflächenabsorber mit hochselektiver PVD-Beschichtung
[6] Wärmeträgerflüssigkeit
[7] Einteiliges SMC-Fiberglasgehäuse
[8] Wärmedämmung
[9] Griffmulden
[10] 2-Komponenten-Klebung

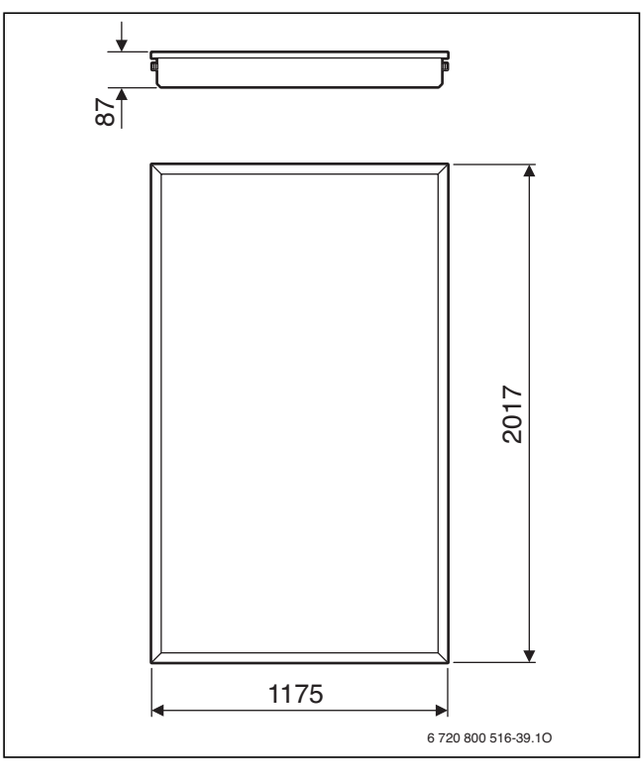


Bild 29 Abmessungen FKC-2

Flachkollektor FKC-2	Einheit	senkrecht	waagerecht
Abmessung (L × B × H)	mm	2017 × 1175 × 87	1175 × 2017 × 87
Brutto-Kollektor-fläche	m^2	2,37	
Aperturfläche	m^2	2,25	
Absorberfläche	m^2	2,18	
Gewicht	kg	40	40
Anschluss am Anschluss-Set	–	18 mm Klemmring-verschraubung oder Außengewinde ¾"	
Absorberinhalt	l	0,94	1,35
Maximaler Betriebsdruck	bar	6	6
Nennvolumenstrom	l/h	50	50
Solare Transmission	%	91,5 +/- 0,5	
Absorption	%	96	96
Emission	%	12	12
Wirkungsgrad η_0 1)	%	76,6	77
Wärmeverlust-koeffizient a_1 1)	W/m^2K	3,22	3,87
Wärmeverlust-koeffizient a_2 1)	W/m^2K^2	0,015	0,012
Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor (50°)	–	1	0,91
Spezifische Wärmekapazität c	kJ/m^2K	3,75	5,05
Stillstands-temperatur	°C	199	199
Zertifiziert nach CEN KEYMARK		Registr.-Nr.: 011-7S1587 F	

Tab. 3 Technische Daten Flachkollektor FKC-2

1) Bezogen auf die Aperturfläche

	FKC-2S Thermische Leistung G =			FKC-2W Thermische Leistung G =		
	1000 W/m²	700 W/m²	400 W/m²	1000 W/m²	700 W/m²	400 W/m²
(ΔT = 0 K) in Wp_th	1725	1207	690	1735	1214	694
(ΔT = 10 K) in W	1650	1132	614	1645	1125	604
(ΔT = 30 K) in W	1478	960	442	1450	929	409
(ΔT = 50 K) in W	1279	761	243	1233	713	192
(ΔT = 70 K) in W	1053	535	18	996	471	-49

Tab. 4 Thermische Leistung FKC-2S/2W

3.4 Flachkollektoren FKT-2S und FKT-2W

Die Flachkollektoren FKT-2S (senkrechte Ausführung) und FKT-2W (waagerechte Ausführung) sind Hochleistungskollektoren für den Einbau in Junkers Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung vorgesehen.

Die Junkers Flachkollektoren FKT-2 zeichnen sich durch eine hohe Lebensdauer aus. Besondere Robustheit und Steifigkeit ergeben sich durch die einteilige Fiberglas-Wannen-Konstruktion. Der Aluminium-Vollflächenabsorber mit Kupfer-Doppelmäander ist ultraschallverschweißt und bietet sehr hohe Leistung bei geringem Druckverlust, wodurch bis zu fünf Kollektoren einseitig ohne zusätzliches Tichelmann-Rohr angeschlossen werden können. Die Anschlusstechnik mit Edelstahl-Steckverbindern ermöglicht eine schnelle und einfache Montage. Für die Kollektoranschlusstechnik ist kein Werkzeug erforderlich.

Bild 30 Flachkollektor FKT-2S

Bild 31 Flachkollektor FKT-2W

Gerätebeschreibung

- Hochleistungskollektor mit Absorber in Doppelmäandergeometrie und robuster UV- und witterungsbeständiger Fiberglas-Wannen-Konstruktion
- Kollektoren für senkrechte und waagerechte Montage
- Geeignet für Aufdach-, Indach-, Flachdach- und Fassadenmontage

Ausstattung

- Aluminium-Vollflächenabsorber mit Kupfer-Doppelmäander und hochselektiver Beschichtung (PVD-Beschichtung)
- Spezielle Omega-Ultraschallschweißung des Absorberrohrs an Absorber (höhere Wärmeübertragerfläche, keine Schweißstreifen auf Absorber)
- Abdeckung mit einem 3,2 mm dicken, hagelfesten, leicht strukturierten Einscheiben-Solar-Sicherheitsglas
- Wärmedämmung durch eine hochtemperaturfeste und ausgasungsfreie 50 mm dicke Mineralwolldämmung
- Diagonal belüfteter Randverbund zur Vermeidung von Feuchtigkeitsbildung
- Steckverbindungstechnik aller Anschluss-Sets mit doppelten O-Ring-Dichtungen, flexiblen isolierten Edelstahl-Wellschläuchen und werkzeugfreier Fixierung mit Edelstahl-Clip
- Rohranschlüsse an alle Anschluss-Sets mit Klemmringverschraubung 18 mm oder Außengewinde ¾"
- Integrierte Fühlerhülse Ø 6 mm

Technische Daten

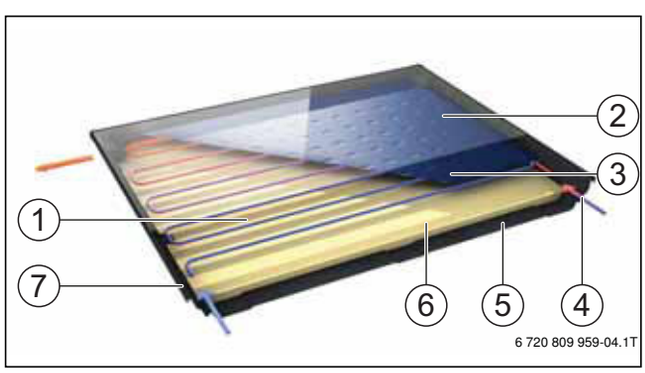


Bild 32 Querschnitt Kompaktkollektor FKT-2

[1] Kupfer-Doppelmäander
[2] Solar-Sicherheitsglas
[3] Aluminium-Vollflächenabsorber mit hochselektiver Vakuumbeschichtung (PVD)
[4] Wärmeträgerflüssigkeit
[5] Einteiliges SMC-Fieberglasgehäuse
[6] Wärmedämmung
[7] 2-Komponenten Klebung

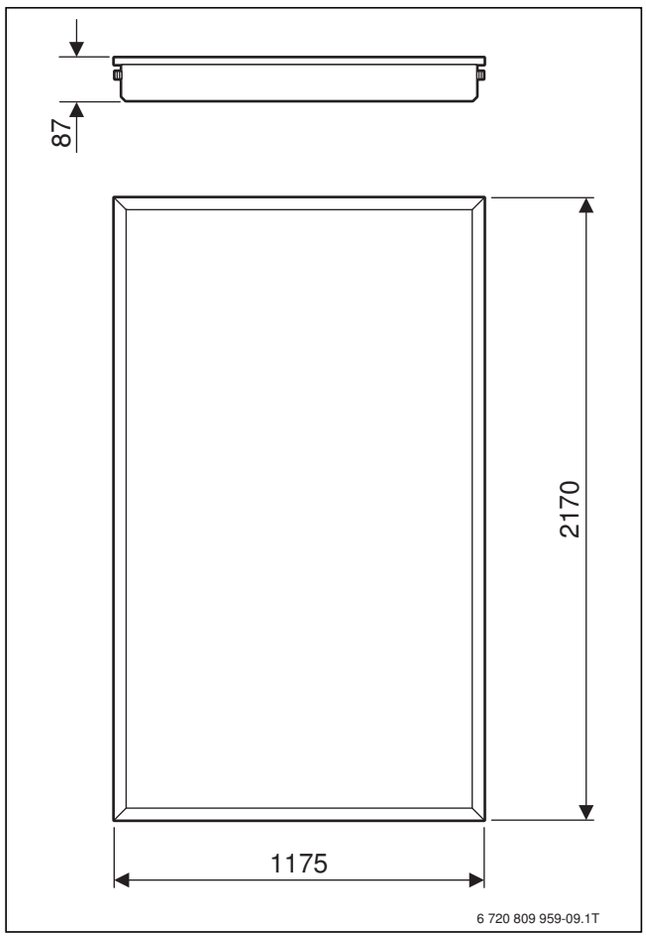


Bild 33 Abmessungen FKT-2

Flachkollektor FKT-2	Einheit	senkrecht	waagerecht
Abmessung (L × B × H)	mm	2170 × 1175 × 87	1175 × 2170 × 87
Brutto-Kollektor-fläche	m^2	2,55	2,55
Aperturfläche	m^2	2,43	2,43
Absorberfläche	m^2	2,35	2,35
Gewicht	kg	45	45
Anschluss am Anschluss-Set	–	18 mm Klemmring-verschraubung oder Außengewinde ¾"	
Absorberinhalt	l	1,61	1,95
Maximaler Betriebsdruck	bar	10	10
Nennvolumen-strom	l/h	50	50
Solare Transmission	%	91,0 ± 0,5	
Absorption	%	95 ± 2	
Emission	%	5 ± 2	
Wirkungsgrad η_0 [1)]	%	79,4	80,2
Wärmeverlust-koeffizient a_1 [1)]	W/m^2K	3,863	3,833
Wärmeverlust-koeffizient a_2 [1)]	W/m^2K^2	0,013	0,015
Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor (50°)	–	0,94	0,94
Spezifische Wärmekapazität c	kJ/m^2K	5,43	6,05
Stillstands-temperatur	°C	192	196
Zertifiziert nach CEN KEYMARK		Registr.-Nr.: 011-7S2080 F	Registr.-Nr.: 011-7S2073 F

Tab. 5 Technische Daten Flachkollektor FKT-2

1) Bezogen auf die Aperturfläche

	FKT-2S Thermische Leistung G =			FKT-2W Thermische Leistung G =		
	1000 W/m²	700 W/m²	400 W/m²	1000 W/m²	700 W/m²	400 W/m²
(ΔT = 0 K) in Wp_th	1926	1348	770	1946	1362	778
(ΔT = 10 K) in W	1829	1252	674	1849	1265	682
(ΔT = 30 K) in W	1617	1039	461	1634	1050	467
(ΔT = 50 K) in W	1379	801	223	1390	806	222
(ΔT = 70 K) in W	1116	538	–40	1116	533	-51

Tab. 6 Thermische Leistung FKT-2

3.5 Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1

Ausgewählte Merkmale und Besonderheiten

- Zur Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung und Schwimmbadbeheizung
- Herausragendes Design
- Hoher Wirkungsgrad durch hochselektiv beschichteten Absorber und bestmögliche Wärmedämmung durch Vakuum, dadurch gerade auch im Winter und bei geringen Strahlungen hohe Wirkungsgrade
- Kein Glas-Metall-Übergang, sondern dauerhafte Vakuumdichtheit der Röhren durch reinen Glasverbund
- Durch kreisrunde Absorberfläche hat jede einzelne Röhre immer die optimale Ausrichtung zur Sonne.
- Geeignet für Schräg- und Flachdachmontage sowie zur freistehenden Montage und Montage an Fassaden
- Kurze Montagezeiten durch komplett vorgefertigte Kollektoreinheiten und einfache flexible Aufdachmontage- und Flachdachmontage-Sets
- Einfache Verbindungstechnik zur Erweiterung mehrerer Kollektoren nebeneinander durch vormontierte Verschraubungen
- Solarvorlauf und -rücklauf können wahlweise links oder rechts am Kollektor angeschlossen werden.
- Einfacher Anschluss der hydraulischen Anbindeleitungen durch Klemmringverschraubungen
- Das Wärmeträgermedium wird direkt durch die Röhre geleitet, ohne einen im Kollektor zwischengeschalteten Wärmetauscher.
- Wechseln der Röhren ohne Kollektorkreisentleerung möglich – „trockene Anbindung“
- Hohe Betriebssicherheit und lange Nutzungsdauer durch Einsatz hochwertiger, korrosionsfester Materialien

Aufbau und Funktion der Baugruppen

VK 140-1 und VK 280-1:

- Extrem hoher Energieertrag bei kleiner Brutto-Kollektorfläche
- Außergewöhnlich hohe solare Deckungsraten möglich
- Hohe Flexibilität durch Kollektormodule mit 6 oder 12 Röhren
- Der CPC-Spiegel (Compound Parabolic Concentrator) und die direkte Durchströmung durch die Vakuumröhre tragen erheblich zum extrem hohen Energieertrag bei.
- Der kreisrunde Absorber sammelt sowohl die direkte als auch die diffuse Sonnenstrahlung bei unterschiedlichsten Einstrahlwinkeln immer optimal.

VK 230-1:

- Vakuumröhrenkollektor ohne CPC-Spiegel, für liegende (horizontale) Montage auf Flachdächern
- Kollektormodul komplett vormontiert mit 21 Röhren

Sammelkasten und Wärmeübertragungseinheit

Im Sammelkasten befinden sich die isolierten Sammel- und Verteilrohre (→ Bild 34, [4]).

Der Vorlauf- und Rücklaufanschluss kann wahlweise links oder rechts erfolgen. Die Kollektoren dürfen nur senkrecht montiert werden, sodass der Sammler oben ist.

In jeder Vakuumröhre befindet sich ein direkt durchströmtes U-Rohr, das so an das Sammel- und Verteilrohr angebunden wird, dass jede einzelne Vakuumröhre den gleichen hydraulischen Widerstand aufweist. Dieses U-Rohr wird mit dem Wärmeleitblech an die Innenseite der Vakuumröhre gepresst.

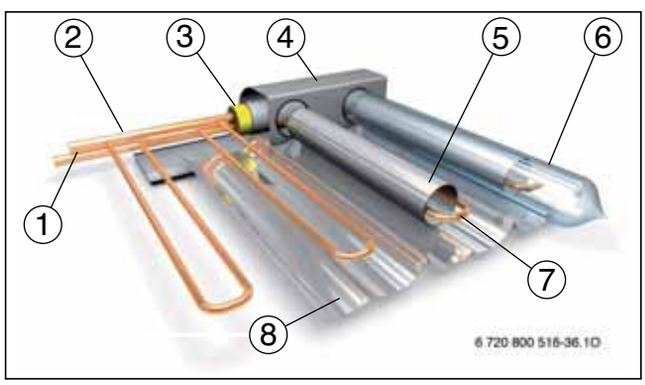


Bild 34 Querschnitt Vakuumröhrenkollektor VK...

[1] Vor- oder Rücklauf
[2] Fühlerhülse
[3] Wärmedämmung
[4] Sammelkasten
[5] Wärmeleitblech
[6] Glasröhre
[7] Registerrohr
[8] CPC-Spiegelblech

Vakuumröhre

Die Vakuumröhre ist ein in Geometrie und Leistung optimiertes Produkt.

Jede Röhre ist aus zwei konzentrischen Glasrohren aufgebaut, die auf einer Seite jeweils halbkugelförmig geschlossen und auf der anderen Seite miteinander verschmolzen sind. Der Zwischenraum zwischen den Röhren wird evakuiert und anschließend hermetisch verschlossen (Vakuumisolierung).

Um Sonnenenergie nutzbar zu machen, wird die innere Glasröhre auf ihrer Außenfläche mit einer umweltfreundlichen, hochselektiven Schicht versehen und damit als Absorber ausgebildet. Diese Beschichtung befindet sich somit geschützt im Vakuumzwischenraum. Es handelt sich um eine Aluminium-Nitrit-Sputter-Schicht, die sich durch eine sehr niedrige Emission und eine sehr gute Absorption auszeichnet.

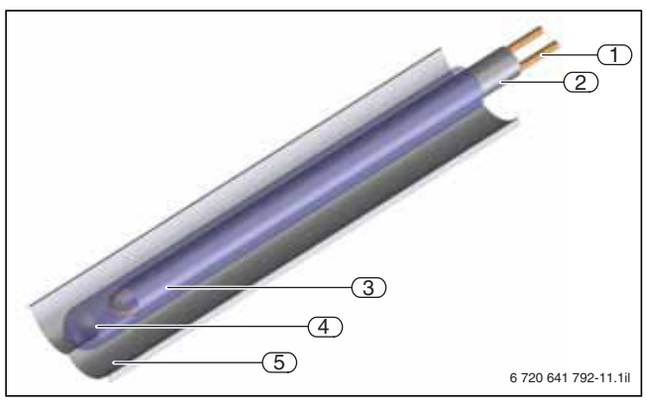


Bild 35 Schnittdarstellung einer Vakuumröhre VK...-1-Kollektorserie

[1] Edelstahl-Rohr
[2] Wärmeleitblech
[3] Absorberschicht
[4] Vakuumröhre
[5] CPC-Spiegel

CPC-Spiegel

Um die Effizienz der Vakuumröhren zu erhöhen, befindet sich bei VK 140 und VK 280 hinter den Vakuumröhren ein hochreflektierender, witterungsbeständiger CPC-Spiegel. Die besondere Spiegelgeometrie gewährleistet, dass direktes und diffuses Sonnenlicht gerade auch bei ungünstigen Einstrahlungswinkeln auf den Absorber fällt. Dies verbessert den Energieertrag eines Solarkollektors erheblich.

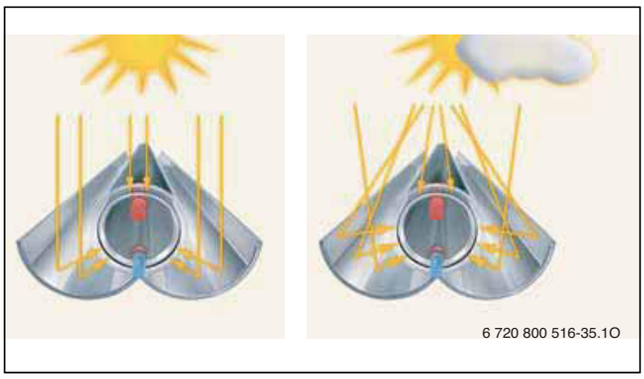


Bild 36 CPC-Spiegel VK 140-1, VK 280-1

Abmessungen und technische Daten der Vakuumröhrenkollektoren VK 140,-1, VK 280-1 und VK 230-1

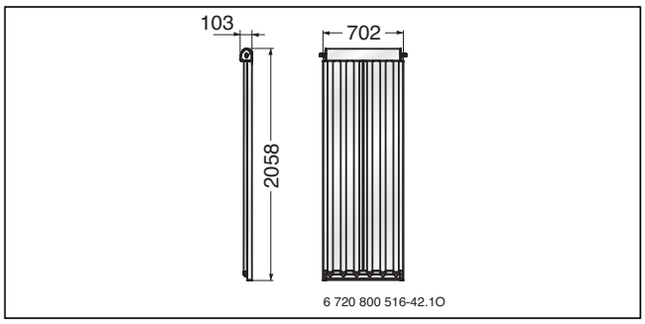


Bild 37 Abmessungen VK 140 (Maße in mm)

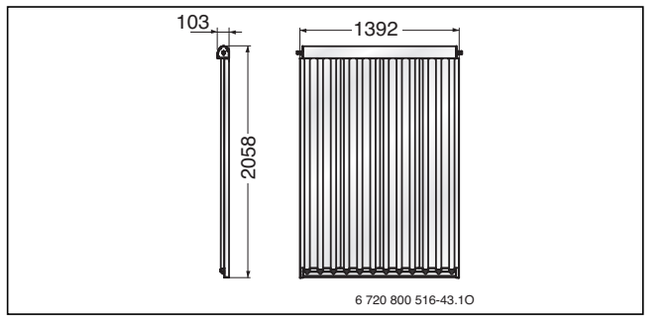


Bild 38 Abmessungen VK 280 (Maße in mm)

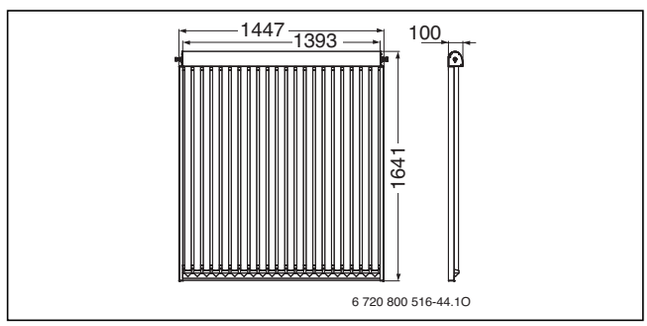


Bild 39 Abmessungen VK 230 (Maße in mm)

Vakuumröhrenkollektor VK...-1-Serie	Einheit	VK 140-1	VK 280-1	VK 230-1
Anzahl der Vakuumröhren	–	6	12	21
Einbauart	–	senkrecht	senkrecht	senkrecht
Außenfläche (Brutto-Kollektorfläche)	m^2	1,45	2,86	2,37
Aperturfläche (Lichteintrittsfläche)	m^2	1,28	2,57	1,33
Absorberfläche	m^2	1,06	2,14	1,09
Absorberinhalt	l	0,97	2,12	2,50
Gewicht	kg	24	43	51
Wirkungsgrad η_0	%	64,4	64,4	74,5
Wärmeverlustkoeffizient a_1 [1)] Wärmeverlustkoeffizient a_2 [1)]	$W/(m^2 \cdot K)$ $W/(m^2 \cdot K^2)$	0,749 0,005	0,749 0,005	2,007 0,005
Wärmekapazität c	$kJ/(m^2 \cdot K)$	9,18	9,18	19,45
Nennvolumenstrom $\dot{V}$	l/h	46	92	54
Stillstandstemperatur	°C	301	301	220
Maximaler Betriebsdruck	bar	10	10	10
Zertifiziert nach CEN KEYMARK		011-7S1502 R	011-7S1502 R	011-7S1501 R

Tab. 7 Technische Daten VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1

1) Bezogen auf die Aperturfläche

	VK 140-1 Thermische Leistung G =			VK 280-1 Thermische Leistung G =			VK 230-1 Thermische Leistung G =		
	1000 W/m^2	700 W/m^2	400 W/m^2	1000 W/m^2	700 W/m^2	400 W/m^2	1000 W/m^2	700 W/m^2	400 W/m^2
(ΔT = 0 K) in Wp_th	824	577	330	1655	1159	662	991	694	396
(ΔT = 10 K) in W	814	567	320	1635	1138	641	963	666	369
(ΔT = 30 K) in W	790	543	295	1586	1089	593	905	608	310
(ΔT = 50 K) in W	760	514	266	1527	1030	534	841	544	246
(ΔT = 70 K) in W	726	479	231	1457	961	464	771	474	177

Tab. 8 Thermische Leistung VK 140, VK 280 und VK 230

4 Warmwasserbereitung und Wärmespeicherung

Für die Warmwasserbereitung und Wärmespeicherung stehen verschiedene Speicher- und Durchfluss-Systeme zur Verfügung:

- Warmwasserspeicher (indirekt beheizt)
  - Bivalente Speicher mit Solar-Wärmetauscher (SK(E)...-5 solar)
  - Wärmepumpenspeicher als Vorwärmstufe (SW...-1)
- Pufferspeicher
  - P...-5 S-solar mit Solar-Wärmetauscher
  - P...-5 S / M ohne Solar-Wärmetauscher (verwendbar mit SBT)
- Frischwasserstation (kombiniert mit Pufferspeicher)
  - FWST-2
  - TF 27/40-2 in Kaskade mit TF 40-2(E) auch TF 80/120/160-2
- Kombispeicher
  - SP 750 solar
  - SP...-1 solar
  - PF... solar
- Vorwärmsysteme:
  - Vorwärmsystem TF
    Vorerwärmung des Kaltwassers durch eine Frischwasserstation TF 27/40-2
  - Vorwärmsystem TS
    Vorerwärmung des Kaltwassers über eine Übertragerstation TS-2 und einem Warmwasser-Vorwärmspeicher SK...-5 ZBS

Auswahlkriterien

- Gewünschtes Warmwassersystem
- Gewünschter Komfort (Zahl der Personen, Nutzung)
- Zur Verfügung stehende Wärmeerzeugerleistung
- Zur Verfügung stehender Platz
- Brutto-Kollektorfläche

Als Entscheidungshilfen für die Auswahl kann die Tabelle 11 ab Seite 47 herangezogen werden.

Softwareunterstützung

Zur schnellen Planung und Dimensionierung von Warmwasserbereitern steht die Software „Junkers Warmwasserauslegung“ Verfügung. Mit dieser Software können Warmwasserspeicher und Frischwasser-stationen für alle Arten von Einsatzzwecken ausgelegt werden, z. B. für Wohnungsbauten, Hotels und Pensionen, Sportstätten oder Campingplätze.

Zur Auslegung von Solaranlagen steht ihnen die Software „Junkers Solarsimulation“ zur Verfügung.

Auslegungsprogramme können Sie über den Fachkunden-Login unter www.junkers.com oder über die Junkers Plus-DVD beziehen.

Warmwasserkomfort

Der Warmwasserkomfort wird bei Wohngebäuden der Leistungskennzahl N_L (DIN 4108) ermittelt.

Die Leistungskennzahl nach DIN 4108 entspricht der Anzahl der voll zu versorgenden Wohnungen mit je 3,5 Personen, einer Normalbadewanne und zwei weiteren Zapfstellen. Größere Badewannen erfordern z. B. eine größere, weniger Personen eine kleinere N_L-Zahl.

Detaillierte Informationen zu unseren Warmwasser- und Pufferspeichern sowie den Warmwassersystemen finden Sie in der Planungsunterlage "Warmwasserbereitung - Warmwassersysteme" (Best. Nr. 6 720 801 976). Eine Bestellmöglichkeit oder ein Download steht unter www.junkers.com zur Verfügung.

4.1 Übersichten Speichersysteme

Übersicht Speichersysteme für solare Anwendungsfälle (Abkürzungen → Tabelle 10, Seite 46)

Bezeichnung	Größe in [l]	Anwendung	Bemerkung
Bivalente WW-Speicher			
SK(E)...-5 solar	290/300/400	Solare Warmwasserbereitung in EFH/ZFH	• Solar-Wärmetauscher • "E" mit Anschluss Elektro-Heizeinsatz
SK(E)... RTCB	290/400	Solare Warmwasserbereitung in EFH/ZFH	• Solar-Wärmetauscher • "E" mit Anschluss Elektro-Heizeinsatz • Am Speicher montierbare Solarstation
SK 500-1 solar	500	Solare WW-Bereitung in kleinen MFH	• Solar-Wärmetauscher • Anschluss für Elektro-Heizeinsatz
Kombispeicher			
SP... solar	750	SHU EFH mit Gas-Brennwert	• Tank in Tank Speicher • Optimiert für Gas-Brennwertgeräte • Mit Solar-Wärmetauscher
SP...-1 solar	500/750/900	SHU in EFH mit Öl- und Festbrennstoff-Kessel	• Tank in Tank Speicher • Mit Solar-Wärmetauscher • Anschluss für Elektro-Heizeinsatz im unteren Pufferspeicherteil
PF...-1 solar	500/800/1000	SHU in EFH mit Öl- und Festbrennstoff-kessel	• Warmwasserbereitung im Durchfluss durch innenliegendes Edelstahl-Well-rohr • Anschluss für Elektro-Heizeinsatz • Solar-Wärmetauscher
Monovalente Wärmepumpenspeicher als Vorwärmstufe			
SW...-1	290/370/400/ 450	Solare WW-Bereitung in MFH	• Einfaches Vorwärmstufen-System • Große Wärmetauscherfläche für große Solarflächen
Pufferspeicher			
P...-5 M	500/750/1000	Systemanwendungen, Standard-Puffer-speicher, ideal zur Kaskadierung oder Puffer Volumenvergrößerung mit P...-5...	• 10 Anschlussstutzen • Kaskadierbar
P...-5 S	500/750/1000	Systemanwendungen, bevorzugt EFH/ ZFH, ohne Solar aber mit temperatur-sensibler RL-Einbindung von Frisch-wasserstation oder Heizungsrücklauf	• Temperatursensible Einspeisung (bis 1,5m³/h) • 6 Anschlussstutzen, 1½" • Kaskadierbar
P...-5 S-solar	500/750/1000	Systemanwendungen, bevorzugt EFH/ ZFH mit Solar mit temperatursensibler RL-Einbindung oder in Kaskade für größere Solaranlagen	• Temperatursensible Einspeisung (bis 1,5m³/h) • 10 Anschlussstutzen, 1½" • Solar-Wärmetauscher • Kaskadierbar
PST...-S-top	600/850/1000/ 1500	Unterschiedlichste System-anwendungen mit Einspeicherlösungen und hohem Puffervolumen, z.B. bei Biomasse (begrenzte Fühlerposition beachten)	• 3 x temperatursensible Einspeisung • 9 Anschlussstutzen, 1½" • Trennblech • Einsprührohr zur Beladung im Bereitsschaftsteil
Frischwasserstation			
FWST-2	22 l/min (45°C)	EFH, bevorzugte WW-Bereitung, wenn ein Pufferspeicher vorhanden ist	• Hocheffizienzpumpen • Am Pufferspeicher P...-5... montierbar • Kompakt und servicefreundlich
TF...-2	27/40/80/120/ 160 l/min (60°C)	MFH bis NL = 158, Gewerbe	• Kaskadierbar bis 4 x 40 l/min • Integrierter Regler mit Datenlogging auf SD-Karte

Tab. 9 Übersicht Speichersysteme für solare Anwendungsfälle

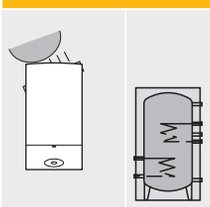
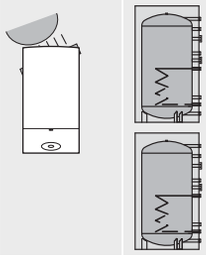
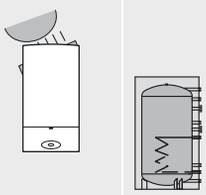
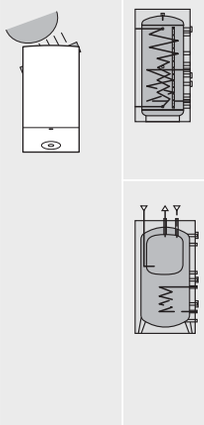
Bezeichnung	Größe in [l]	Anwendung	Bemerkung
WW-Systeme			
Frischwasser-system TF	27...160l/min (60°C) (bis N_L 158)	Neubau von 3 bis 158 WE	• Zentrale Frischwasserstation • Skalierbares System von 3-158 WE • Optional mit Solar
Vorwärm-system TF	27/40 l/min (bis N_L 18)	Modernisierung (Speicher bleibt bestehen) in MFH	Bei gleichmäßigem WW-Zapfprofil bis maximal 40 l/min bei 60 °C (ca. N_L = 18)
Vorwärm-system TS	40/65/100 kW	Modernisierung (Speicher bleibt bestehen) in großen MFH und Gewerbe	Besonders bei hohen Lastschwankungen geeignet, wie Gewerbe, Kantine

Tab. 9 Übersicht Speichersysteme für solare Anwendungsfälle

Abkürzung	
...S	Pufferspeicher mit temperatursensibler Einschichtung
... solar	Speicher mit integriertem Solar-Wärme-tauscher
-1...-5	Baureihe
FWST	Frischwasserstation für EFH
P	Pufferspeicher
PF... solar	Solar-Kombispeicher (Frischwasser-speicher)
SK	Warmwasserspeicher für alle Wärme-erzeuger
SP... solar	Solar-Kombispeicher (Tank in Tank)
TF	Frischwasserstation für MFH und Gewerbe
TS	Trinkwasser-Vorwärmstufe
SHU	Solare Heizungsunterstützung

Tab. 10 Abkürzungen Speichersysteme

Übersicht Speichersysteme als Entscheidungshilfe

Funktion	Nutzinhalt in [l]	N_L Zahl nach DIN 4708	Maximale Leistung in [kW]	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
Warmwasserbereitung (Warmwasserspeicher, Solarspeicher)					
	290 (125[1])	2[1]	28,5	SK 300-5 solar	•Bivalenter Speicher •Niedrige Bauweise
	290 (120[1])	1,8[1]	23	SKE 290-5 solar (RTCB)	•Bivalenter Speicher •Hohe Bauweise
	380 (155[1])	3[1]	36	SKE 400-5 solar (RTCB)	Bivalenter Speicher
	449 (184[1])	4,4[1]	46/65[2]	SK 500-5 solar	Bivalenter Speicher
Wärmepumpenspeicher als Vorwärmspeicher					
	277	2,3[3]	11[3]	SW 290 -1	Monovalenter Speicher als Vorwärmspeicher
	352	3,0[3]	14[3]	SW 370 -1	Monovalenter Speicher als Vorwärmspeicher
	399	3,7[3]	23[3]	SW 400 -1	Monovalenter Speicher als Vorwärmspeicher
	433	3,7[3]	23[3]	SW 450 -1	Monovalenter Speicher als Vorwärmspeicher
Solar-Pufferspeicher					
	490 (225[4])	–	–	P 500-5 S solar	Pufferspeicher mit Solar-Wärmetauscher
	750 (335[4])	–	–	P 750-5 S solar	Pufferspeicher mit Solar-Wärmetauscher
	960 (450[4])	–	–	P 1000-5 S solar	Pufferspeicher mit Solar-Wärmetauscher
Kombispeicher					
	500 (181[1])	1,2[1]	11,4[1]	PF 500 solar	Kombispeicher mit Edelstahl-Wellrohr
	800 (274[1])	2,0[1]	15,7[1]	PF 800 solar	Kombispeicher mit Edelstahl-Wellrohr
	1000 (338[1])	3,3[1]	26,1[1]	PF 1000 solar	Kombispeicher mit Edelstahl-Wellrohr
	195 (100[1])	1,5[1]	25,1[1]	SP 750 solar	Tank-in-Tank-Kombispeicher[5]
	144	2,5	17,6[1]	SP 500-1 solar	Tank-in-Tank-Kombispeicher
	144	2,5	17,8[1]	SP 750-1 solar	Tank-in-Tank-Kombispeicher
	187	3,1	19,5[1]	SP 900-1 solar	Tank-in-Tank-Kombispeicher

Tab. 11 Übersicht Speichersysteme als Entscheidungshilfe

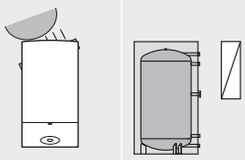
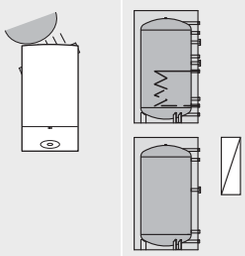
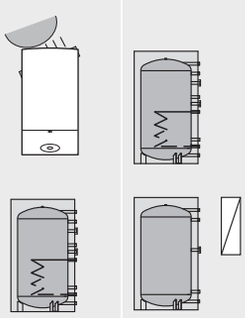
1) Bereitschaftsteil ohne Solarteil

2) Oberer Wärmetauscher / unterer Wärmetauscher (Solarkreis) mit T_V = 90 °C, T_{SP} = 45 °C, T_K = 10 °C nach DIN 4708

3) Bei T_V = 55 °C, T_{SP} = 45 °C, T_K = 10 °C

4) Bereitschaftsteil Vaux (über H6)

5) Mit innenliegendem Warmwasser-Wärmetauscher, besonders geeignet für Gas-Brennwertgeräte mit integriertem Umschaltventil

Funktion	Durchfluss in [l/min]	N_L Zahl nach DIN 4708	Maximale Leistung in [kW]	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
Frischwasserstation[1]					
	22	2,7	54	FWST-2	Für Einfamilienhäuser
	27	9	95	TF 27-2	Für MFH und Gewerbe
	40	18	140	TF 40-2	Für MFH und Gewerbe
	80	55	280	TF 80-2[2]	Für MFH und Gewerbe
	120	105	420	TF 120-2[2]	Für MFH und Gewerbe
	160	159	520	TF 160-2[2]	Für MFH und Gewerbe
Vorwärmsysteme[1]					
	27/40	9/18	95/140	TF27/40-2	WW-Vorwärmsystem für Mehrfamilienhaus und Gewerbe in der Sanierung
	12/19/30	–	35/65/100	TS40/65/100-2	WW-Vorwärmsystem zur einfachen Einbindung solarer Energie bei hohen Lastschwankungen und hohen Warmwasser-Bedarf

Tab. 12 Übersicht Frischwasserstationen/Vorwärmsysteme als Entscheidungshilfe

1) P500/750/1000-5 S-solar oder P...-5 M + SBT-2

2) In Kaskade mit TF-40-2(E)

5 Regelung von Solaranlagen

5.1 Auswahl der Solarregelung

Je nach Anwendungsbereich und Kesselsteuerung stehen verschiedene Regelgeräte, Regelmodule und Zubehör zur Auswahl, um eine optimale Betriebsweise des Solarkreises und des gesamten Heizsystems zu gewährleisten.

Die folgenden Reglermodule sind im Reglerverbund über einen 2-Draht-BUS mit der Kessel- oder Thermenregelung kommunizierend einsetzbar. Der Vorteil dieser Reglermodule besteht in der Abstimmung der Warmwasser und Heizungsunterstützung zwischen dem Solarertrag und der Nachheizung durch den konventionellen Energieversorger ("Solar Control Unit Inside"):

- ISM 2: Solarmodul zur solaren Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- ISM 1: Solarmodul zur solaren Warmwasserbereitung

Beide Module können mit dem Regelsystem FW/FR kombiniert werden und ermöglichen so einen sehr breiten Funktionsumfang.

Mit den folgenden Solarregelungen können Solaranlagen unabhängig von der Kessel- oder Thermenregelung betrieben werden, z. B. bei Nachrüstungen älterer Junkers Heizsystemen oder bei Kombination mit Fremdkesseln:

- TDS 300: Solarregler zur solaren Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- TDS 100: Solarregler zur solaren Warmwasserbereitung
- TDS 050: Temperaturdifferenzregler zur einfachen Warmwasserbereitung oder Einbindung von Puffersystemen

Zum Lieferumfang der Solarmodule und der Solarregler TDS 300 bis TDS 050 gehört jeweils ein Kollektor-Temperaturfühler und ein Speichertemperaturfühler.

Im einfachsten Fall wird nur die solare Erwärmung eines Verbrauchers geregelt. In Anlagen mit 2 Speichern, 2 Kollektorfeldern und/oder zur Heizungsunterstützung sind die Anforderungen höher. Mit der Regelung müssen verschiedene zusätzliche Funktionen realisiert werden. Das größte Einsparpotenzial bieten Gesamtsystemregelungen mit Optimierungsfunktionen.

Die Integration der Solarregelung in die Kesselsteuerung erlaubt z. B. eine Unterdrückung der Kesselnachheizung, wenn der Speicher solar beheizt wird und sorgt somit für folgende Vorteile:

- Einen reduzierten Brennstoffverbrauch
- Eine intelligente Fehlerüberwachung der Solaranlage, die durch Alternativstrategien den Betrieb der Anlage auch bei Störungen versucht aufrecht zu erhalten
- Eine integrierte Wärmemengenzählung

Diese Vorteile aufgrund des Systemverbunds zwischen Regler, Solaranlage und Kesselsteuerung sind in dem Regelalgorythmus "Solar Control Unit Inside" patentiert.

5.2 Regelstrategien

5.2.1 Temperaturdifferenzregelung

Die Solarregelung überwacht in der Betriebsart „Automatik“, ob Solarenergie in den Solarspeicher geladen werden kann. Hierzu vergleicht die Regelung die Kollektortemperatur mit Hilfe eines Temperaturfühlers im Kollektor und die Temperatur im unteren Bereich des Speichers. Bei ausreichender Sonnenstrahlung, das heißt beim Überschreiten der eingestellten Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher, schaltet die Pumpe im Solarkreis ein und der Speicher wird beladen.

Nach längerer Sonnenstrahlung und geringem Warmwasserverbrauch stellen sich hohe Temperaturen im Speicher ein. Wenn während der Beladung die maximale Speichertemperatur erreicht wird, schaltet die Solarkreisregelung die Solarpumpe aus.

Die maximale Speichertemperatur ist an der Regelung einstellbar. Beim Anheben der maximalen Speicher-Temperatur die Verbrühungsgefahr beachten.

Bei den TDS 100/300 wird bei geringerer Sonnenstrahlung die Pumpendrehzahl reduziert. Damit wird die Temperaturdifferenz konstant gehalten, um lange Laufzeiten zu erreichen. Bei niedrigem Stromverbrauch wird so die weitere Speicherbeladung ermöglicht. Die Solarregelung schaltet die Pumpe erst dann aus, wenn die Temperaturdifferenz die Mindesttemperaturdifferenz unterschreitet und die Drehzahl der Pumpe von der Solarregelung bereits auf den Minimalwert reduziert wurde.

Wenn die Speichertemperatur zur Sicherung des Warmwasserkomforts nicht ausreicht, sorgt eine Heizkreisregelung für die Nachheizung des Speichers durch einen konventionellen Wärmeerzeuger.

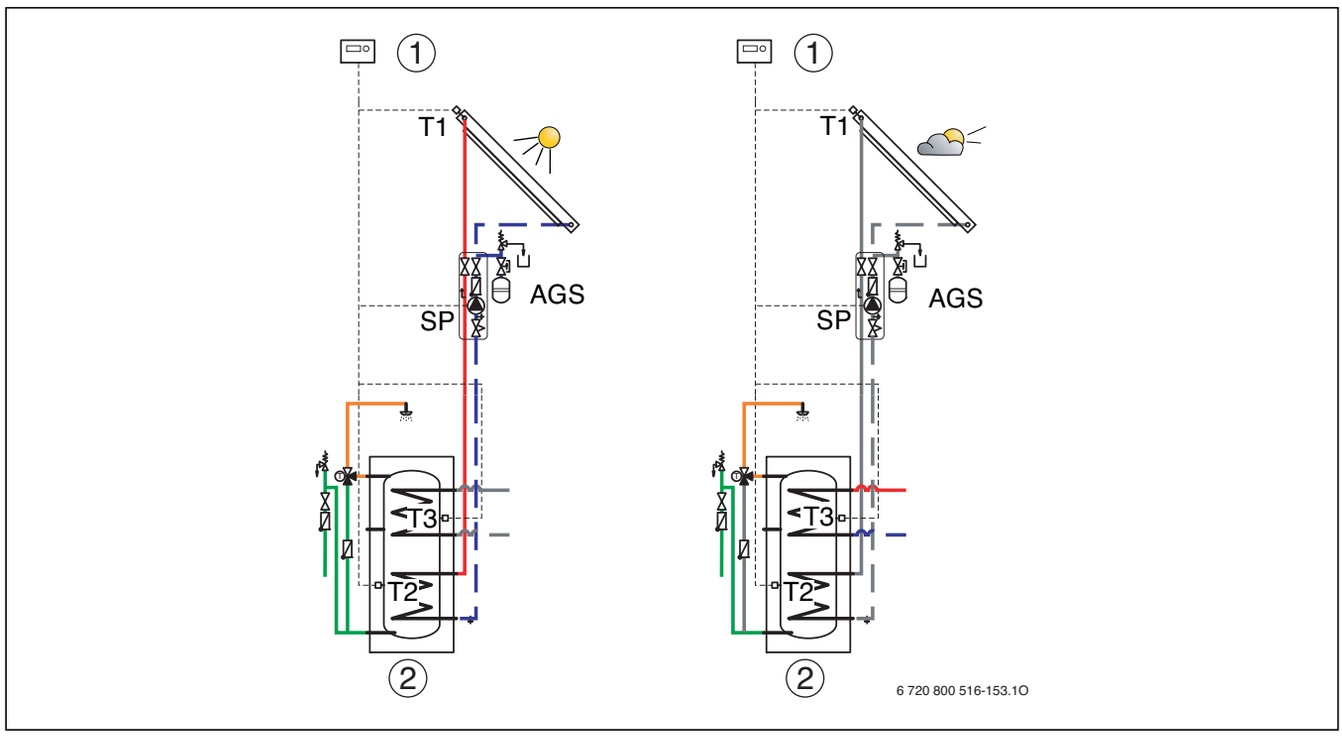


Bild 40 Funktionsschema der solaren Warmwasserbereitung mit der Temperaturdifferenzregelung TDS 100 und Flachkollektoren bei eingeschalteter Anlage (links) und konventionelle Nachheizung bei unzureichender Sonneneinstrahlung (rechts)

AGS Solarstation
SP Solarpumpe
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler (unten)
T3 Speichertemperaturfühler (oben)

[1] Solarregler TDS 100
[2] Solarspeicher

5.3 Solarregler und Solarmodule

5.3.1 Allgemein

Die Regelung der Solaranlage richtet sich nach der Art des Wärmeerzeugers.

Junkers führt 2 Reglerbaureihen im Programm.

- Fx-Regler mit Solarmodul ISM:
  Für Wärmeerzeuger mit Heatronic 3® und den Heizungsreglern FR 120, FW 120, FW 200 oder FW 500 eignet sich die Anlagenregelung mit den Solarmodulen ISM. Die busfähigen Module kommunizieren mit den Reglern und ermöglichen eine optimale Anlagenregelung (Solar Control Unit Inside).
- Solar-Autarkregelung TDS:
  Für Wärmeerzeuger mit Heatronic 2 und den Heizungsreglern TR 100, TR 200, TA 250, TA 270, TA 300, eS 62 oder einer Fremdregelung bietet sich die Autarkregler TDS 050, TDS 100 und TDS 300 an.

5.3.2 Solarmodule ISM 1 und ISM 2

Die Solarmodule sind in Verbindung mit den Fx-kompatiblen Gerätesteuerungen (Regler FR120, FW120, FW200, FW500) geeignet.

ISM 1

Bild 41 ISM 1

Gerätebeschreibung

- Solarmodul für die solare Warmwasserbereitung in Verbindung mit Fx- Reglern FR 120, FW 120, FW 200 und FW 500
- Kommunikation mit dem Regler über 2-Draht-BUS
- Verpolungssicherer Anschluss und Funktionsstatus LED

Ausstattung

- Solarmodul für Solarsysteme mit einem Verbraucher zur Hut-Profil-Schienen-Montage, Wandinstallation oder bereits in der Solarstation AGS 5 integriert
- Einfache Installation durch automatische Solarmenüerweiterung und Systemerkennung am Heizregler
- 3 Temperaturfühlereingänge für Kollektor und Speicher
- 3 Schaltausgänge für eine Solarpumpe und 2 weitere Verbraucher
- Funktions- und Ertragsanzeige über den Heizungs-Regler
- Solare Optimierungsfunktion für erhöhte Solarerträge und integrierter Ertragskalkulator
- Funktionskontrolle und Störungsdiagnose mit Notlaufeigenschaften bei falscher Parametrierung oder Anlagenstörungen

Lieferumfang

- Solarmodul ISM 1
- Ein Kollektortemperaturfühler (NTC)
- Ein Speichertemperaturfühler (NTC)

ISM 2

Bild 42 ISM 2

Gerätebeschreibung

- Solarmodul für die solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Verbindung mit Fx-Regler FW 200 und FW 500
- Kommunikation mit dem Regler über 2-Draht-BUS
- Verpolungssicherer Anschluss und Funktionsstatus LED

Ausstattung

- Solarmodul für Solarsysteme mit 2 Verbrauchern zur Hut-Profil-Schienen-Montage, Wandinstallation oder bereits in der Solarstation AGS 5 integriert
- Einfache Installation durch automatische Solarmenüerweiterung am Heizregler
- 6 Temperaturfühlereingänge für Kollektor und Speicher
- 6 Schaltausgänge für 2 Solarpumpen und 4 weitere Verbraucher
- 4 wählbare hydraulische Grundsysteme erweiterbar durch 5 wählbare Zusatzfunktionen wie Warmwasser-Vorrangschaltung, thermische Desinfektion, Regelung für Ost/West-Ausrichtung eines externen Plattenwärmetauschers (→ Kapitel 5.3, Seite 51 „Systemauswahl ISM-Modul“).
- Funktions- und Ertragsanzeige über den Heizungs-Regler
- Solare Optimierungsfunktion für erhöhte Solarerträge und integrierter Ertragskalkulator
- Funktionskontrolle und Störungsdiagnose mit Notlaufeigenschaften bei falscher Parametrierung oder Anlagenstörungen

Lieferumfang

- Solarmodul ISM 2
- Ein Kollektortemperaturfühler (NTC)
- 2 Speichertemperaturfühler (NTC)
- Ein Anlegetemperaturfühler (RL-Fühler)

5.3.3 Systemauswahl ISM-Modul

Jede Hydraulik hat eine alphanumerische Kennzeichnung, die eine grobe Spezifikation der Hydraulik zulässt.

Kenn-zeichen	Systemmerkmal	Verwendete Temperaturfühler		Verwendete Aktoren	
1	Standardsystem (solare Warmwasserbereitung)	T_1	Kollektortemperaturfühler	**SP**	Solarpumpe
		T_2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)		
2	Heizungsunterstützung	T_3	Speichertemperaturfühler für Rücklauftemperaturanhebung	**DWU1**	Ventil Rücklauftemperaturanhebung
		T_4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf		
3	Vorwärmsystem mit SHU	T_5	Speichertemperaturfühler oben (Solarspeicher)	**UL**	Pumpe
		T_6	Bereitschaftsspeicher		
4	Vorwärmsystem ohne SHU, mit Option F)	T_5	Speichertemperaturfühler oben (Solarspeicher)	**UL**	Pumpe
		T_6	Bereitschaftsspeicher		
A	Zweites Kollektorfeld	T_A	Kollektortemperaturfühler für zweites Kollektorfeld	**PA**	Solarpumpe für zweites Kollektorfeld
B	Umladesystem (nur in Verbindung mit erstem Standardsystem)	T_B	Speichertemperaturfühler für zweiten Speicher im Umladesystem	**PB**	Pumpe für Trinkwasserumladesystem
C	Vor-/Nachrang	T_C	Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)	**DWUC**	Vor-/Nachrangventil
				PC	Solarpumpe für Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
D	Externer Wärmetauscher	T_D	Temperaturfühler am externen Solarkreis-Wärmetauscher	**PD**	Sekundärkreispumpe für Solaranlagen mit externem Wärmetauscher
E	Thermische Desinfektion	–	–	**PE**	Pumpe für thermische Desinfektion
F	Temperaturdifferenz Regelung (nicht in Verbindung mit drittem Vorwärmsystem)	T_{F1}	Temperaturfühler Wärmequelle	**PF/ DWUF**	Schaltet eine Pumpe oder ein Ventil
		T_{F2}	Temperaturfühler Wärmesenke		
p	Pumpe	–	–	–	–
v	Ventil	–	–	–	–

Tab. 13 Systemauswahl ISM-Modul

Die Grundsysteme und die verschiedenen Optionen sind auf den Seiten 53 bis 58 dargestellt.

Eine detaillierte Funktionsbeschreibung der Optionen kann dem Kapitel 5.3.12 auf Seite 69 entnommen werden.

Speicherbenennungen

Mit den Fx-Reglern in Verbindung mit dem Solarmodul ISM 2 können komplexe Solaranlagen mit mehreren Speichern (Puffer- oder Warmwasserspeicher) realisiert werden. Um die Zuordnung der Speicher zu den entsprechenden Menüs der Regler zu vereinfachen, gilt folgende Regel zur Benennung der Speicher:

Benennung	Merkmal
Speicher A	Speicher/Schwimmbad mit Temperaturfühler T_2
Speicher B	Speicher mit Temperaturfühler T_B
Speicher C	Speicher/Schwimmbad/Direktheizung mit Temperaturfühler T_C

Tab. 14

5.3.4 Hydraulik 1E

1E (→ Bild 43) in seiner Grundausführung bedeutet:			
1	Standardsystem (solare Warmwasserbereitung)	**E**	Thermische Desinfektion

Tab. 15 Hydraulik 1E

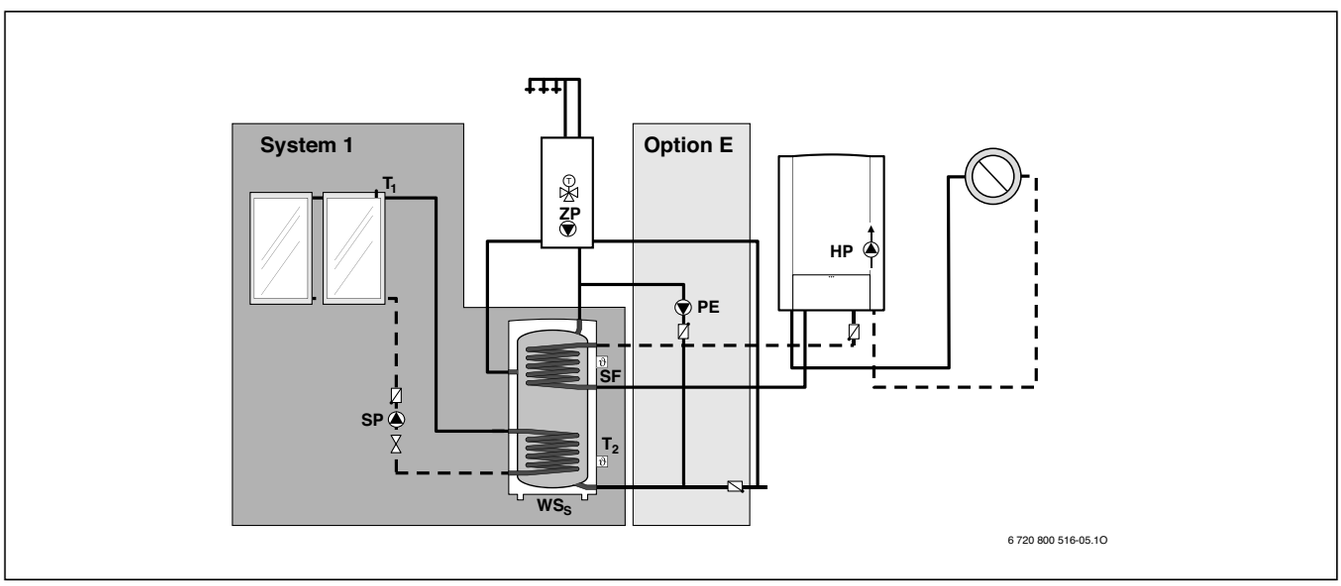


Bild 43 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

HP Heizungspumpe
PE Pumpe für thermische Desinfektion (Option E)
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe für erstes Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
WS_S Solarspeicher
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.5 Hydraulik 1ABCp-vDEF

1ABCp-vDEF (→ Bild 44) in seiner Grundausführung bedeutet:					
1	Standardsystem (solare Warmwasserbereitung)	**C**	Vor-/Nachrangsystem mit mehreren Verbrauchern	**E**	Thermische Desinfektion
A	Zweites Kollektorfeld (Ost/ West-Regelung)	**p-v**	Ansteuerung der Verbraucher über eine Pumpe und ein Ventil	**F**	Temperaturdifferenz-Regelung
B	Trinkwasserumladesystem	**D**	Externer Wärmetauscher		

Tab. 16 Hydraulik 1ABCp-vDEF

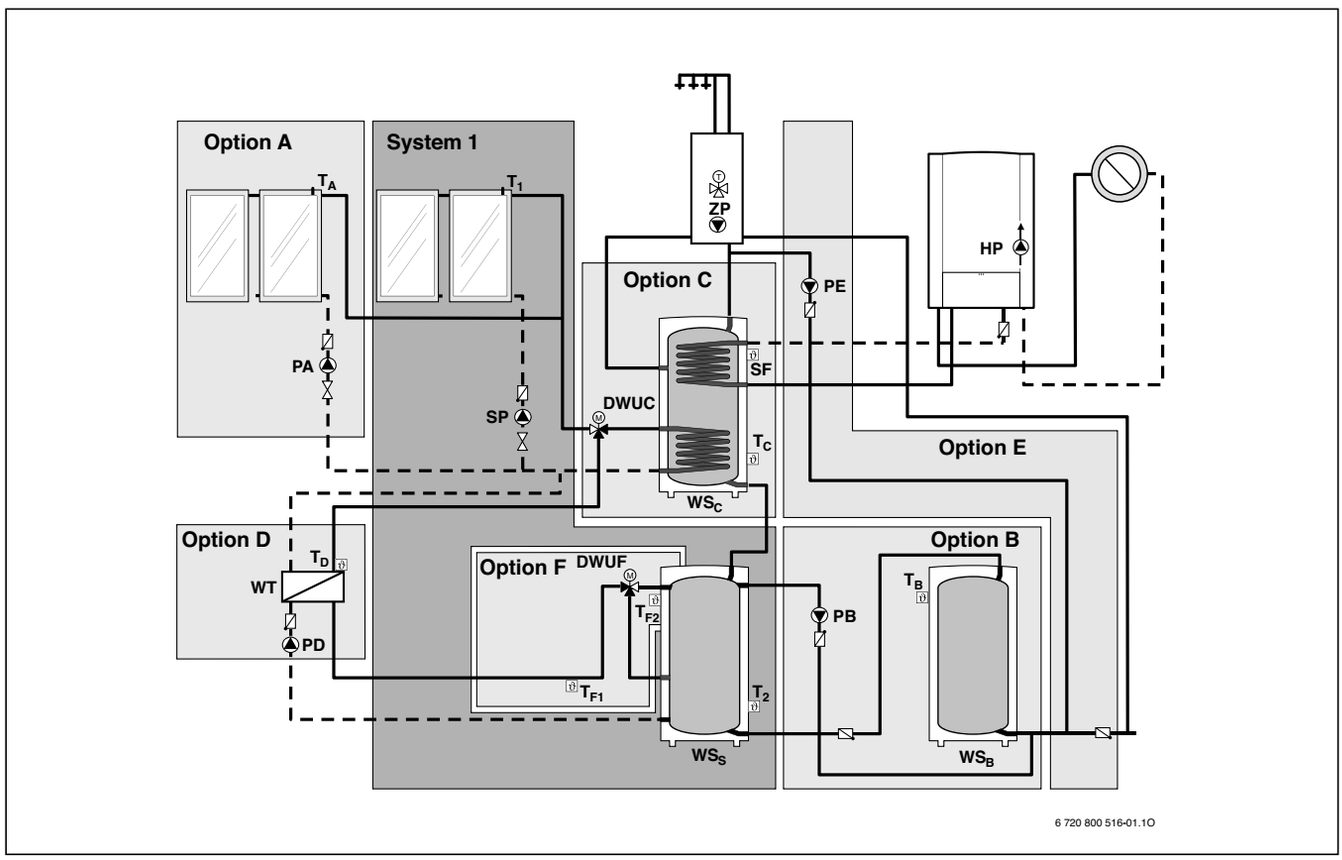


Bild 44 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

DWUC Vor-/Nachrangventil (Option C)
DWUF Ventil Temperaturdifferenzregelung (Option F)
HP Heizungspumpe
PA Solarpumpe für zweites Kollektorfeld
PB Pumpe für Trinkwasserumladesystem (Option B)
PD Sekundärkreispumpe für Solaranlagen mit externem Wärmetauscher (Option D)
PE Pumpe für thermische Desinfektion (Option E)
SF Speichertemperaturfühler (Option C)
SP Solarpumpe für erstes Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler erstes Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T_A Kollektortemperaturfühler für zweites Kollektorfeld
T_B Speichertemperaturfühler für zweiten Speicher im Umladesystem (Option B)
T_C Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangs-speicher (Option C)
T_D Temperaturfühler am externen Solarkreis-wärmeübertrager (Option D)
T_{F1} Temperaturfühler Wärmequelle für Temperatur-differenzsteuerung (Option F)
T_{F2} Temperaturfühler Wärmesenke für Temperaturdifferenzsteuerung (Option F)
WS_B Zweiter Speicher (Speicher B) für Trink-wasserumladesystem
WS_C Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
WS_S Solarspeicher
WT Wärmetauscher (Option D)
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.6 Hydraulik 2

2 (→ Bild 45) in seiner Grundausführung bedeutet:	
2	Heizungsunterstützung

Tab. 17 Hydraulik 2

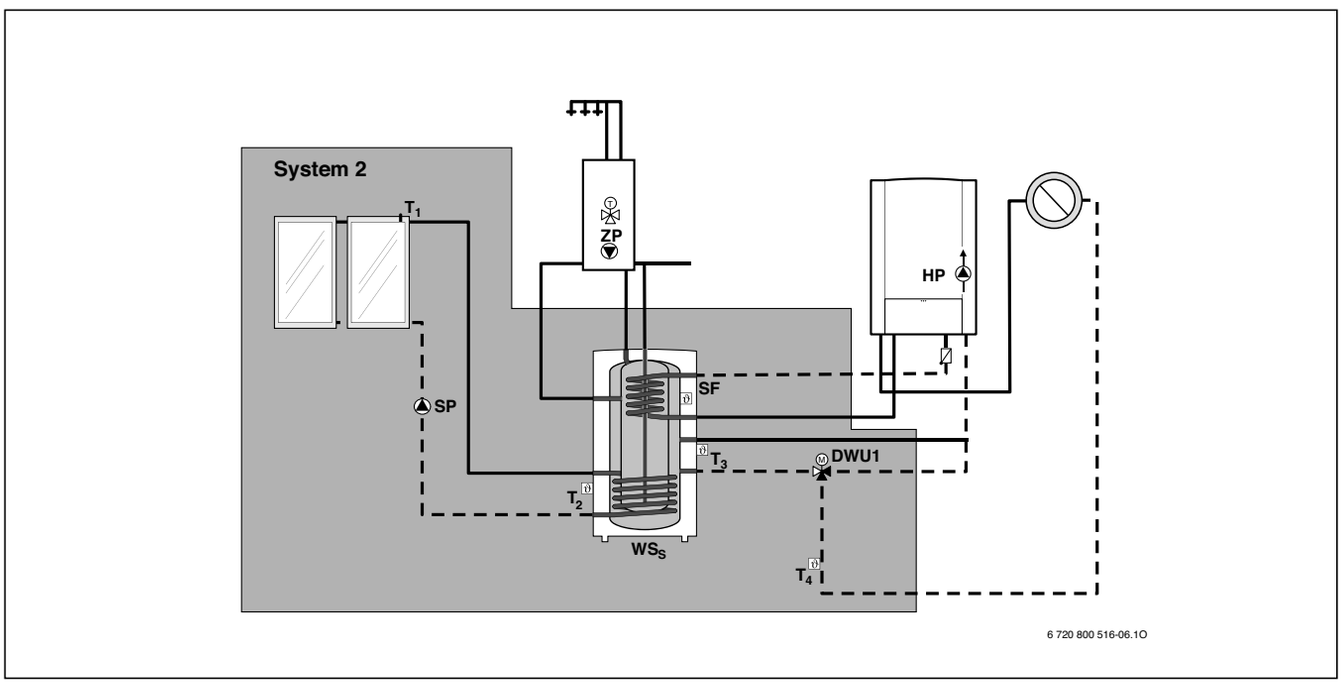


Bild 45 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

DWU1 Ventil Rücklauftemperaturanhebung
HP Heizungspumpe
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe für erstes Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler erstes Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T_3 Speichertemperaturfühler in Höhe Heizungsrücklauf (Solarspeicher)
T_4 Temperaturfühler Heizungsrücklauf
WS_S Solarspeicher
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.7 Hydraulik 2ACp-vDEF

2ACp-vDEF (→ Bild 46) in seiner Grundausführung bedeutet:					
2	Heizungsunterstützung	**p-v**	Ansteuerung der Verbraucher über eine Pumpe und ein Ventil	**F**	Temperaturdifferenz-Regelung
A	Zweites Kollektorfeld (Ost/ West-Regelung)	**D**	Externer Wärmetauscher		
C	Vor-/Nachrangsystem mit mehreren Verbrauchern	**E**	Thermische Desinfektion		

Tab. 18 Hydraulik 2ACp-vDEF

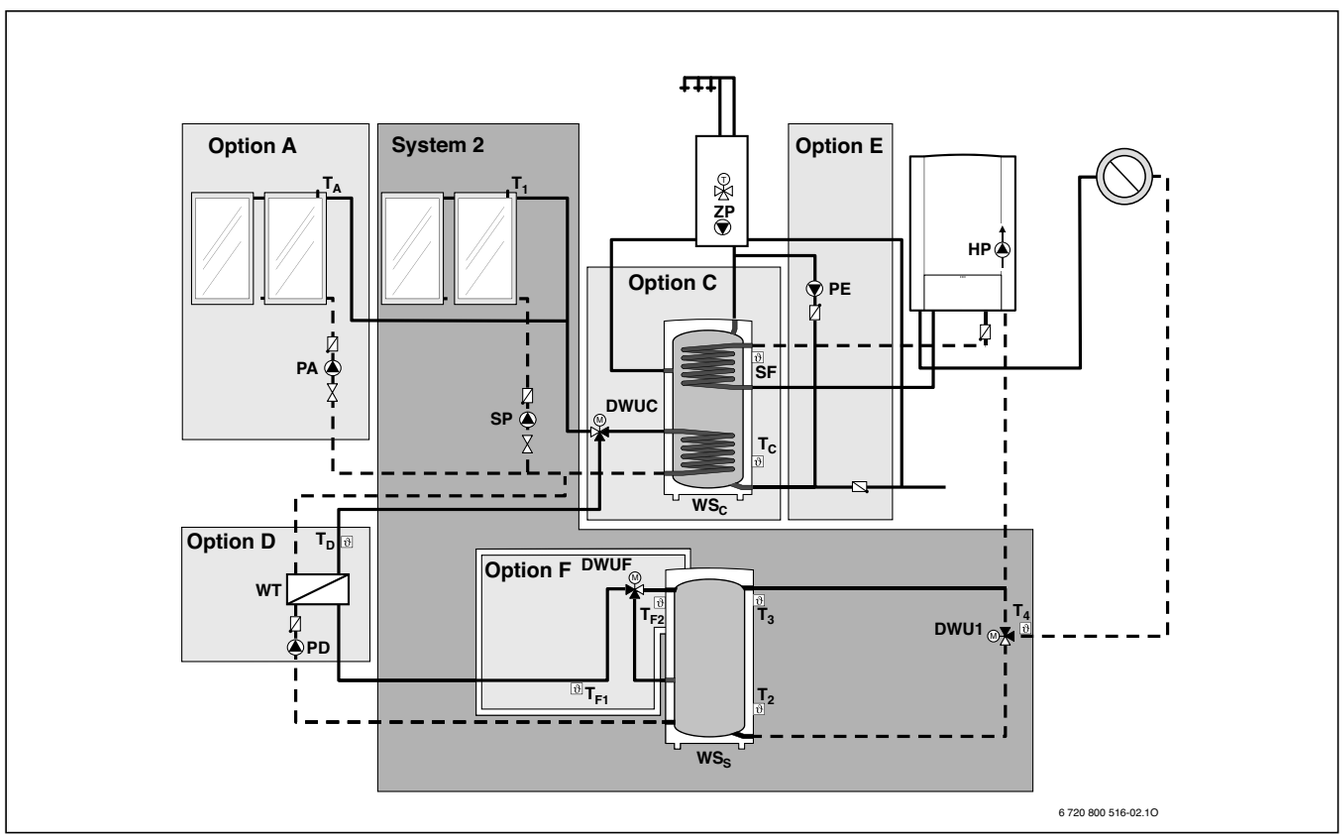


Bild 46 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

DWU1 Ventil Rücklauftemperaturanhebung
DWUC Vor-/Nachrangventil (Option C)
DWUF Ventil Temperaturdifferenzregelung (Option F)
HP Heizungspumpe
PA Solarpumpe für zweites Kollektorfeld (Option A)
PD Sekundärkreispumpe für Solaranlagen mit externem Wärmetauscher (Option D)
PE Pumpe für thermische Desinfektion (Option E)
SF Speichertemperaturfühler (Option C)
SP Solarpumpe für erstes Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler erstes Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T_3 Speichertemperaturfühler in Höhe Heizungsrücklauf (Solarspeicher)
T_4 Temperaturfühler Heizungsrücklauf
T_A Kollektortemperaturfühler für zweites Kollektorfeld
T_C Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangs-speicher (Option C)
T_D Temperaturfühler am externen Solarkreis-wärmeübertrager (Option D)
T_{F1} Temperaturfühler Wärmequelle für Temperatur-differenzregelung (Option F)
T_{F2} Temperaturfühler Wärmesenke für Temperaturdifferenzregelung (Option F)
WS_C Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
WS_S Solarspeicher
WT Wärmetauscher (Option D)
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.8 Hydraulik 3ACp-vDE

3ACp-vDE (→ Bild 47) in seiner Grundausführung bedeutet:					
3	Vorwärmsystem	**C**	Vor-/Nachrangsystem mit mehreren Verbrauchern	**D**	Externer Wärmetauscher
A	Zweites Kollektorfeld (Ost/ West-Regelung)	**p-v**	Ansteuerung der Verbraucher über eine Pumpe und ein Ventil	**E**	Thermische Desinfektion

Tab. 19 Hydraulik 3ACp-vDE

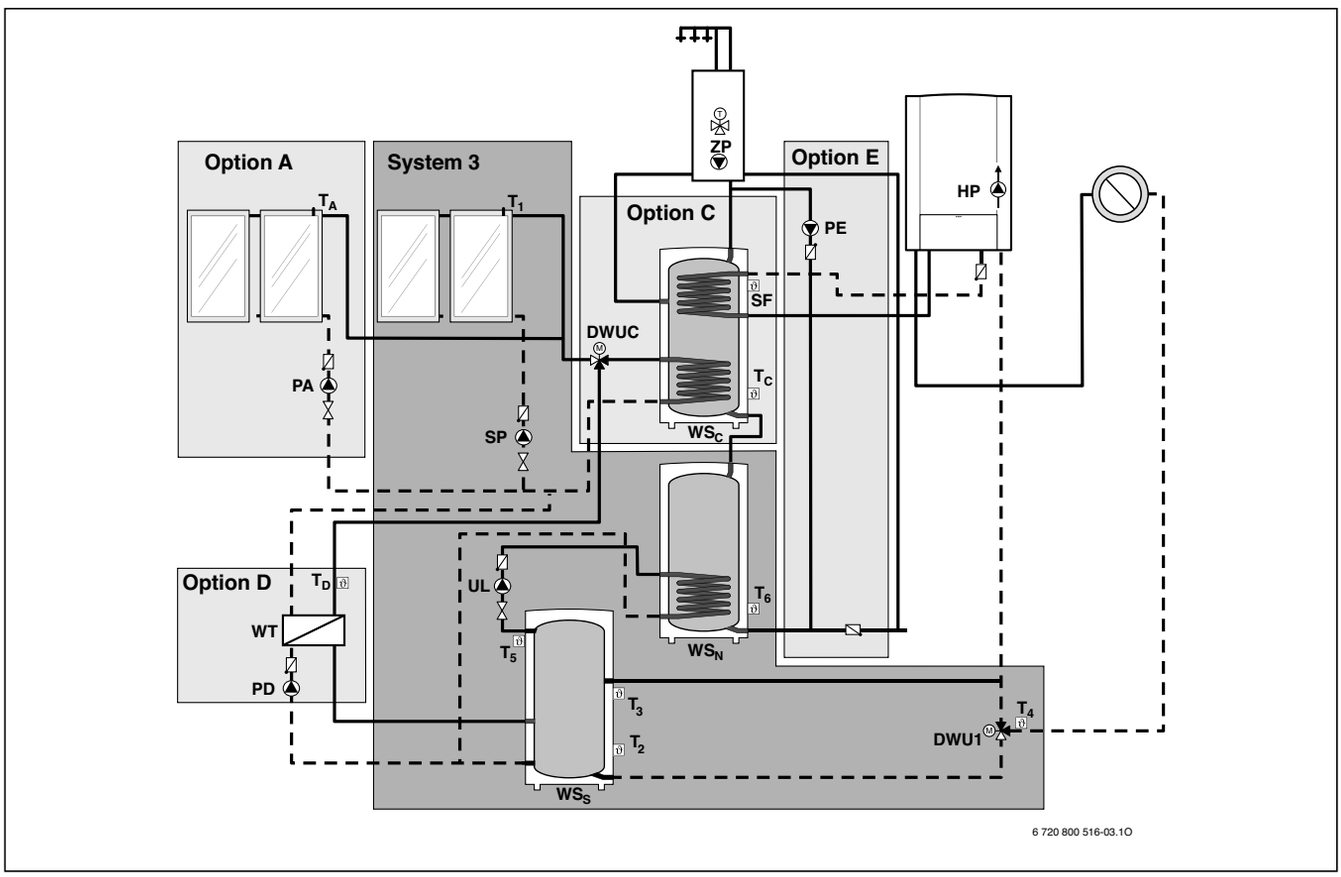


Bild 47 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

DWU1 Ventil Rücklauftemperaturanhebung
DWUC Vor-/Nachrangventil (Option C)
HP Heizungspumpe
PA Solarpumpe für zweites Kollektorfeld (Option A)
PD Sekundärkreispumpe für Solaranlagen mit externem Wärmetauscher (Option D)
PE Pumpe für thermische Desinfektion (Option E)
SF Speichertemperaturfühler (Option C)
SP Solarpumpe für erstes Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler erstes Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T_3 Speichertemperaturfühler in Höhe Heizungsrücklauf (Solarspeicher)
T_4 Temperaturfühler Heizungsrücklauf
T_5 Speichertemperaturfühler oben (Solarspeicher)
T_6 Temperaturfühler Bereitschaftsspeicher unten
T_A Kollektortemperaturfühler für zweites Kollektorfeld (Option A)
T_C Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangs-speicher (Option C)
T_D Temperaturfühler am externen Solarkreis-wärmeübertrager (Option D)
UL Pumpe zur Ladung des Bereitschaftsspeichers aus dem Solarspeicher (Systeme 3 und 4)
WS_C Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
WS_N Bereitschaftsspeicher (Systeme 3 + 4)
WS_S Solarspeicher
WT Wärmetauscher (Option D)
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.9 Hydraulik 4ACp-vDEF

4ACp-vDEF (→ Bild 48) in seiner Grundausführung bedeutet:					
4	Reduziertes Vorwärm-system	**p-v**	Ansteuerung der Verbraucher über eine Pumpe und ein Ventil	**F**	Temperaturdifferenz-Regelung
A	Zweites Kollektorfeld (Ost/ West-Regelung)	**D**	Externer Wärmetauscher		
C	Vor-/Nachrangsystem mit mehreren Verbrauchern	**E**	Thermische Desinfektion		

Tab. 20 Hydraulik 4ACp-vDEF

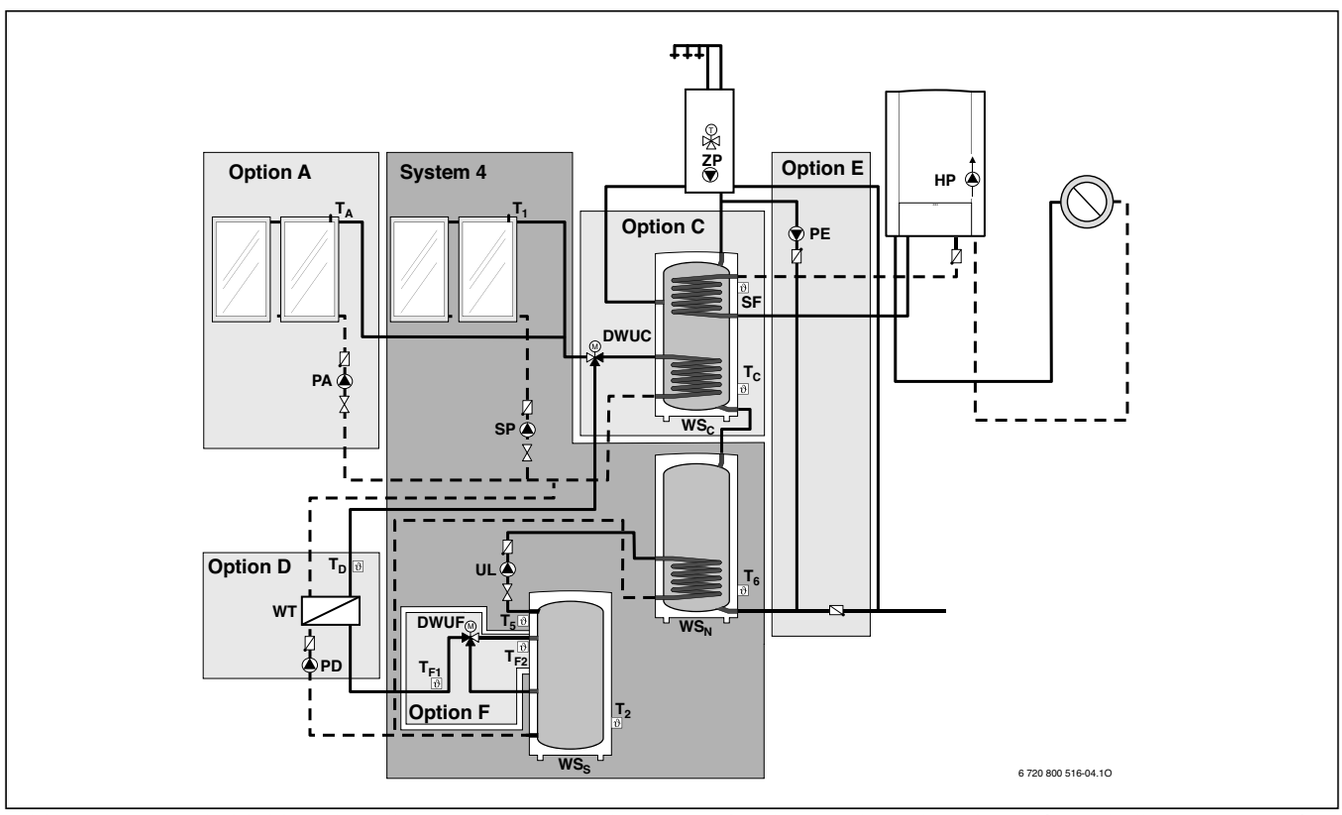


Bild 48 Musterschaltbild zu den allgemeinen Planungshinweisen für thermische Solaranlagen (→ Tabelle 13, Seite 52)

DWUC Vor-/Nachrangventil (Option C)
DWUF Ventil Temperaturdifferenzregelung (Option F)
HP Heizungspumpe
PA Solarpumpe für 2. Kollektorfeld (Option A)
PD Sekundärkreispumpe für Solaranlagen mit externem Wärmetauscher (Option D)
PE Pumpe für thermische Desinfektion (Option E)
SF Speichertemperaturfühler (Option C)
SP Solarpumpe für 1. Kollektorfeld
T_1 Kollektortemperaturfühler 1. Feld
T_2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T_5 Speichertemperaturfühler oben (Solarspeicher)
T_6 Temperaturfühler Bereitschaftsspeicher unten
T_A Kollektortemperaturfühler für 2. Kollektorfeld (Option A)
T_C Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangsspeicher
T_D Temperaturfühler am externen Solarkreiswärmeübertrager (Option D)
T_{F1} Temperaturfühler Wärmequelle für Temperaturdifferenzregelung (Option F)
T_{F2} Temperaturfühler Wärmesenke für Temperaturdifferenzregelung (Option F)
UL Pumpe zur Ladung des Bereitschaftsspeichers aus dem Solarspeicher (Systeme 3 und 4)
WS_C Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
WS_N Bereitschaftsspeicher (Systeme 3 und 4)
WS_S Solarspeicher
WT Wärmetauscher (Option D)
ZP Zirkulationspumpe (wenn Anschluss direkt am Heizgerät nicht möglich, Anschluss an IPM)

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

5.3.10 Systemauswahl FX-Regler, Auswahlhilfe Reglerbedarf in Abhängigkeit der Funktionen

In Tabelle 21 sind die Regler mit den möglichen Funktionen aufgeführt.

Mithilfe der Tabelle 21 kann der erforderliche Regler (FR 120, FW 120, FW 200 oder FW 500) ausgewählt werden. Hierzu zuerst aus den Bildern 43 - 48 die für die geplante Anlage notwendigen Systeme und Optionen auslesen.

FR/FW 120 System				FW 200 System				FW 500 System			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
–	–	–	–	Option A	Option A	–	–	Option A	Option A	Option A	Option A
–	–	–	–	Option B	–	–	–	Option B	–	–	–
–	–	–	–	Option C	Option C	–	–	Option C	Option C	Option C	Option C
–	–	–	–	Option D	Option D	–	–	Option D	Option D	Option D	Option D
Option E	–	–	–	Option E	Option E	–	–	Option E	Option E	Option E	Option E
–	–	–	–	–	–	–	–	Option F	Option F	–	Option F

Tab. 21 Auswahlhilfe FR/FW 120, FW 200 und FW 500

[–] Option ... mit Regler nicht möglich

In Tabelle 22 kann in Verbindung mit den geplanten Systemen und Optionen die notwendigen Solarmodule ISM 1 und ISM 2 ermittelt werden

ISM 1 System				ISM 2 System				ISM 1 mit ISM 2 System			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
–	–	–	–	Option A	Option A	–	–	Option A	Option A	Option A	Option A
–	–	–	–	Option B	–	–	–	Option B	–	–	–
–	–	–	–	Option C	Option C	–	–	Option C	Option C	Option C	Option C
–	–	–	–	Option D	–	–	–	Option D	Option D	Option D	Option D
Option E	–	–	–	Option E	Option E	Option E	Option E	Option E	Option E	Option E	Option E
–	–	–	–	–	–	–	Option F	Option F	Option F	–	Option F

Tab. 22 Auswahlhilfe ISM 1, ISM 2

[–] Option ... mit Modul nicht möglich

5.3.11 Solarregler TDS 050, TDS 100 und TDS 300

TDS 050

Bild 49 TDS 050

Gerätebeschreibung

- Einsatz zur Rücklauftemperaturanhebung bei heizungsunterstützenden Solaranlagen. Über den Temperaturvergleich wird der Volumenstrom entweder dem Pufferspeicher oder dem Heizungsrücklauf zugeführt. Lieferbar auch mit 3-Wege-Umschaltventil DN 20
- Einsatz zur Umschichtung zwischen 2 Speichern möglich, z. B. kann die gespeicherte Wärme im Vorwärmspeicher in den Bereitschaftsspeicher umgeschichtet werden
- Autarke Solaranlagen-Regelung mit Temperaturdifferenzregelung für einfache Solaranlagen

Ausstattung

- Temperaturdifferenzregelung zur Wandinstallation inklusive Befestigungsmaterial
- Funktions- und Temperaturanzeige über LCD-Segmentdisplay
- Einfache Bedienung und Funktionskontrolle der Temperaturdifferenz-Regelung
- Einstellbare Einschalttemperaturdifferenz 4...20 K
- 2 Temperaturfühlereingänge für Kollektor und Speicher
- Ein Schaltausgang 230 V/50 Hz für einen Verbraucher (Pumpe oder Umschaltventil)
- Speichertemperaturbegrenzung 20...90 °C

Lieferumfang

- Regler TDS 050
- Ein Kollektortemperaturfühler (NTC)
- Ein Speichertemperaturfühler (NTC)

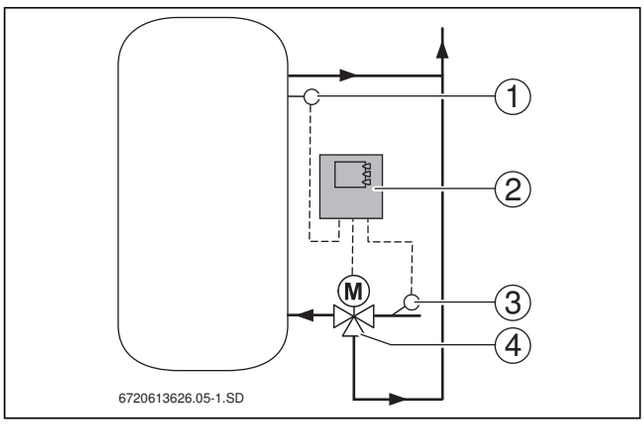


Bild 50 Rücklauftemperaturanhebung

[1] Temperaturfühler am Speicher (Kollektortemperaturfühler)
[2] Regler TDS 050
[3] Temperaturfühler am Heizungsrücklauf (Speichertemperaturfühler)
[4] 3-Wege-Ventil

TDS 100

Bild 51 TDS 100

Gerätebeschreibung

- Autarke Solaranlagen-Regelung für solare Warmwasserbereitung
- Zur Überwachung und Steuerung von thermischen Solaranlagen mit Kollektorfeld, Solarstation und Solarspeicher oder Pufferspeicher

Ausstattung

- Solarregler für Solarsysteme mit einem Verbraucher zur Wandinstallation inklusive Befestigungsmaterial oder bereits in Solarstation AGS 5 integriert
- LCD-Segmentdisplay mit Beleuchtung und animierten Anlagenpiktogrammen
- Einfache Bedienung und Funktionskontrolle von Ein-Verbraucher-Anlagen
- 3 Temperaturfühlereingänge für Kollektor und Speicher (insgesamt 2 Speichertemperaturfühler möglich)
- Ein Schaltausgang für eine Solarpumpe, die drehzahlgeregelt von der Solarregelung angesteuert wird.
- Im Automatikbetrieb können verschiedene Anlagenwerte (Temperaturwerte, Betriebsstunden, Pumpendrehzahl in %) abgerufen werden.
- Einstellbare Kollektormaximaltemperatur als Kollektor-Schutzfunktion. Bei Überschreiten der Kollektormaximaltemperatur wird die Pumpe abgeschaltet.
- Einstellbare Kollektorminimaltemperatur bei der die Solaranlage erst startet. Bei Unterschreiten der Kollektorminimaltemperatur (20 °C) läuft die Pumpe auch dann nicht an, wenn die übrigen Einschaltbedingungen gegeben sind.
- Einstellbare untere Modulationsgrenze der drehzahlgeregelten Solarpumpe
- Einstellbare Einschalttemperaturdifferenz 7...20 K
- Speichertemperaturbegrenzung 20...90 °C
- Röhrenkollektorfunktion, bei der ab einer Kollektortemperatur von 20 °C alle 15 min die Solarpumpe aktiviert wird, um die warme Solarflüssigkeit zum Temperaturfühler zu pumpen.

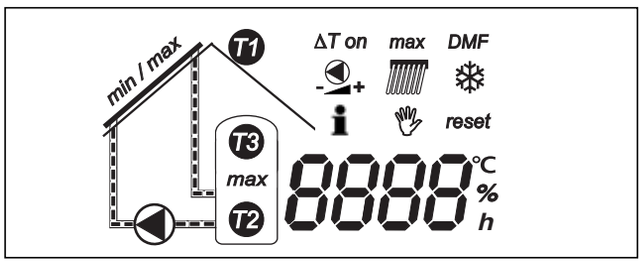


Bild 52 Sprachneutrales Display mit Piktogrammen

Lieferumfang

- Regler TDS 100
- Ein NTC-Kollektortemperaturfühler
- Ein Speichertemperaturfühler

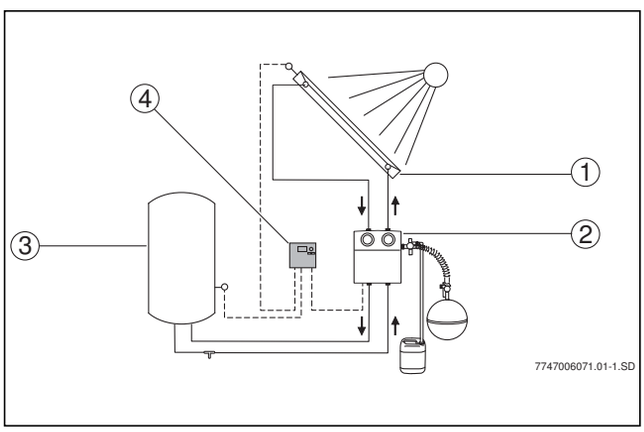


Bild 53 Anlagenschema

[1] Kollektorfeld
[2] Solarstation
[3] Solarspeicher
[4] Regler TDS 100

TDS 300

Bild 54 TDS 300

Gerätebeschreibung

- Autarke Solaranlagen-Regelung für solare Warmwasserbereitung und solare Heizungsunterstützung
- Zur Überwachung und Steuerung von thermischen Solaranlagen mit Kollektorfeld, Solarstation und Solarspeicher und Pufferspeicher aus 27 vorkonfigurierten Solaranlagentypen
- Festlegung der Priorität bei 2 Verbrauchern im Solarsystem mit Ansteuerung des zweiten Verbrauchers über eine Pumpe oder ein 3-Wege-Ventil
- Schaltung zur Rücklauftemperaturanhebung bei der solaren Heizungsunterstützung integriert
- Ansteuerungsmöglichkeit für 2 Solarpumpen zum getrennten Betrieb von 2 Kollektorfeldern, z. B. mit Ost/West-Ausrichtung

Ausstattung

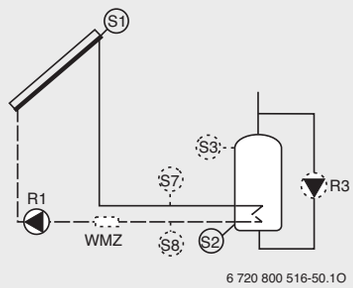
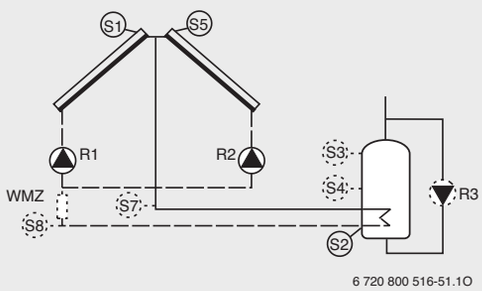
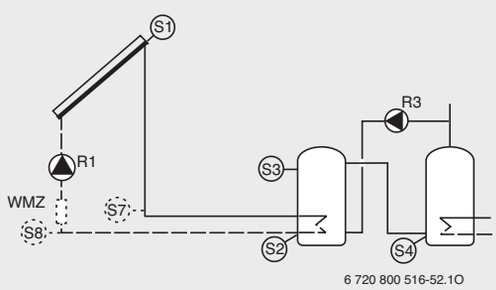
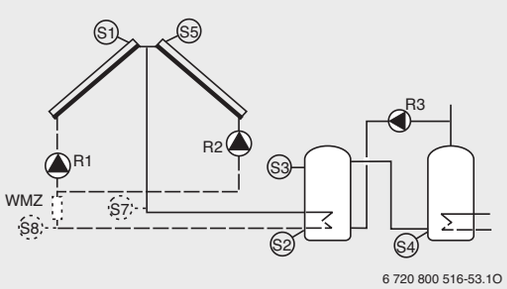
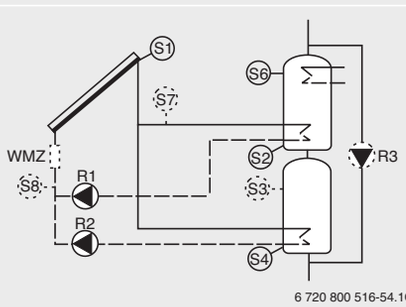
- Solarregler für Solarsysteme mit 2 Verbrauchern zur Wandinstallation inklusive Befestigungsmaterial oder bereits in Solarstation AGS 5 integriert
- LCD-Grafikdisplay mit Beleuchtung und animierten Anlagenpiktogrammen
- Einfache Bedienung und Funktionskontrolle von Zwei-Verbraucher-Anlagen
- 2 Temperaturfühlereingänge für Kollektor und Speicher mit optional 6 weiteren anschließbaren Temperaturfühlern (Zubehör SF4 und VF verwenden)
- 2 Schaltausgänge für drehzahlgeregelte Solarpumpen mit einstellbarer unterer Modulationsgrenze und zusätzlich 3 Schaltausgänge für weitere Verbraucher
- Im Automatikbetrieb können verschiedene Anlagenwerte (Temperaturwerte, Betriebsstunden, Pumpendrehzahl in %, gewählte Funktionen, Störungsanzeigen) abgerufen werden.
- Einstellbare Kollektormaximaltemperatur als Kollektor-Schutzfunktion
- Einstellbare Kollektorminimaltemperatur bei der die Solaranlage erst startet
- Einstellbare untere Modulationsgrenze der drehzahlgeregelten Solarpumpe
- Einstellbare Einschalttemperaturdifferenz 7...20 K
- Speichertemperaturbegrenzung 20...90 °C
- Röhrenkollektorfunktion, bei der ab einer Kollektortemperatur von 20 °C alle 15 min, die Solarpumpe aktiviert wird
- Mit Zubehör WMZ1.2 Wärmemengenzählung möglich
- Integrierte Schaltung zur Rücklauftemperaturanhebung bei heizungsunterstützenden Solaranlagen
- Tägliche Aufheizung des Vorwärmespeichers zur thermischen Desinfektion möglich
- In Solarsystemen mit Vorwärmspeicher und Bereitschaftsspeicher wird der Speicherinhalt durch Ansteuerung einer Pumpe umgeschichtet, sobald die Temperatur des Bereitschaftsspeichers unter die Temperatur des Vorwärmspeichers fällt.
- Ansteuerung des externen Plattenwärmetauschers zur Beladung des Solarspeichers
- Kühlung des Kollektorfelds zur Reduzierung der Stagnationszeiten

Aus den vorprogrammierten 27 Systemhydrauliken wird das entsprechende Anlagenpiktogramm ausgewählt und abgespeichert. Diese Anlagenkonfiguration ist damit für den Regler fest hinterlegt.

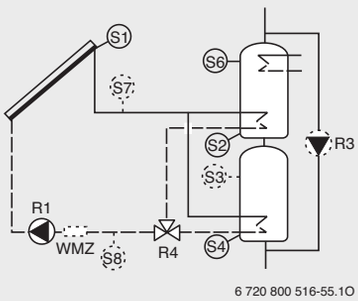
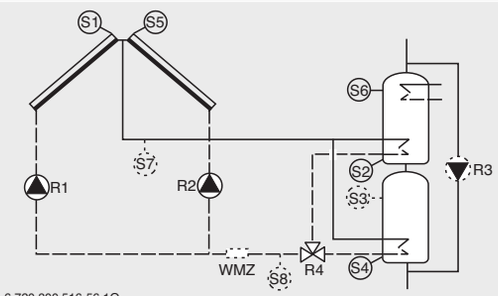
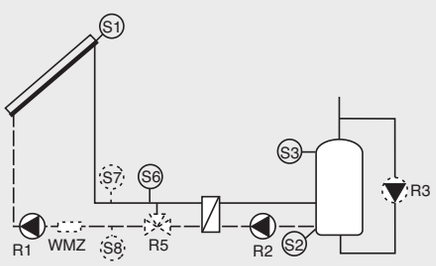
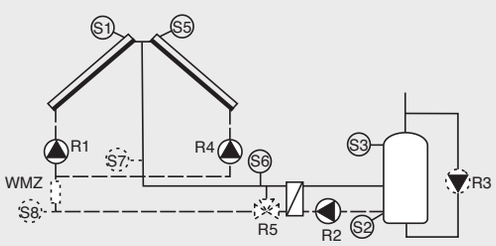
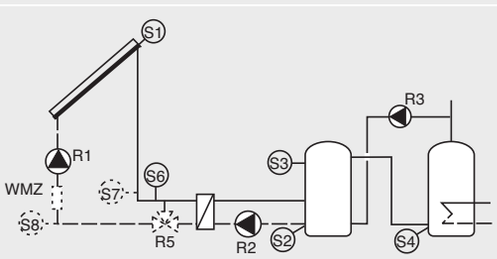
Lieferumfang

- Regler TDS 300
- Ein Kollektortemperaturfühler (NTC)
- Ein Speichertemperaturfühler (NTC)

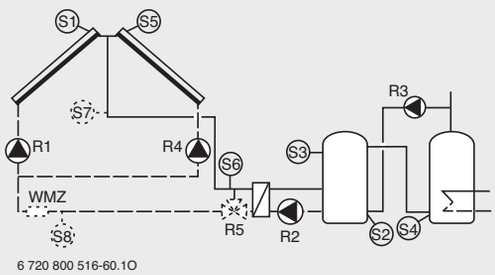
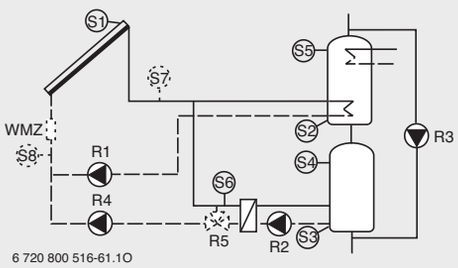
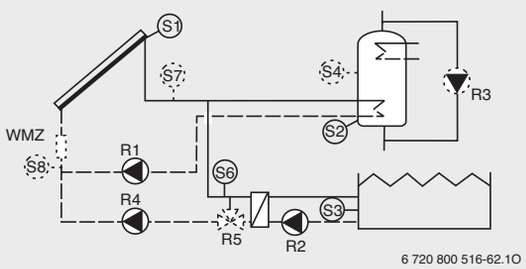
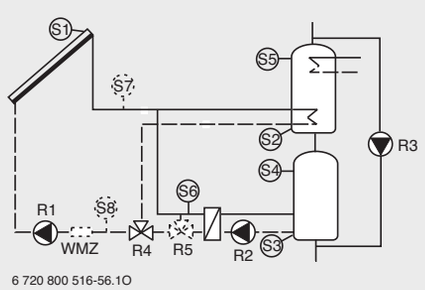
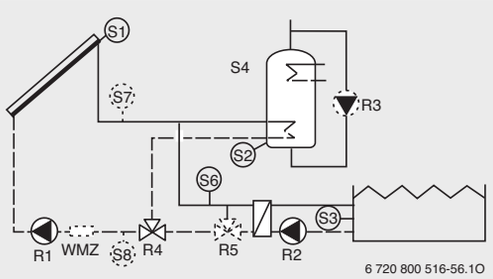
TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser

System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
1-0		Ja (S1, S2)	Ja (S2, S3)	Nein
1-A		Ja (S1, S2, S5)	Ja (S2, S3)	Nein
1-B		Ja (S1, S2)	Ja (S2, S3, S4)	Nein
1-AB		Ja (S1, S2, S5)	Ja (S2, S3, S4)	Nein
1-C p-p		Ja (S1, S2, S4)	Ja (S2, S3, S4)	Nein

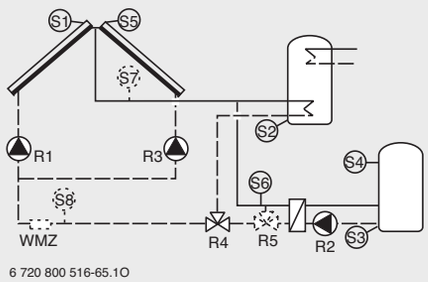
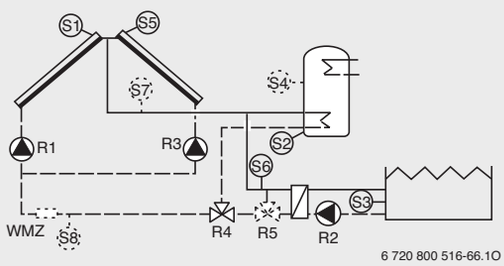
Tab. 23 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser

System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
1-C p-v	 6 720 800 516-55.1O	Ja (S1, S2, S4)	Ja (S2, S3, S4)	Nein
1-AC p-v	 6 720 800 516-56.1O	Ja (S1, S2, S4, S5)	Ja (S2, S3, S4)	Nein
1-D	 6 720 800 516-57.1O	Ja (S1, S2)	Ja (S2, S3)	Ja (S6)
1-AD	 6 720 800 516-58.1O	Ja (S1, S2,S5)	Ja (S2, S3)	Ja (S6)
1-BD	 6 720 800 516-59.1O	Ja (S1, S2)	Ja (S1, S2, S4)	Ja (S6)

Tab. 23 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser

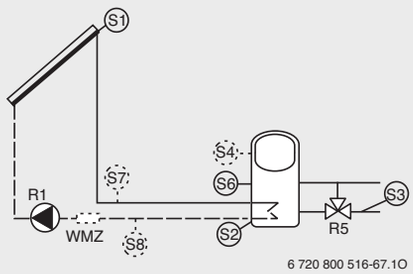
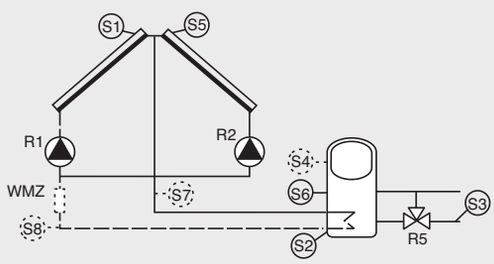
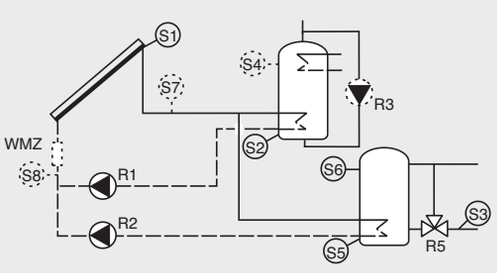
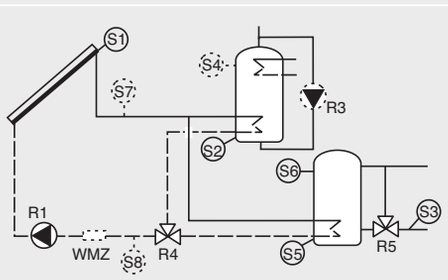
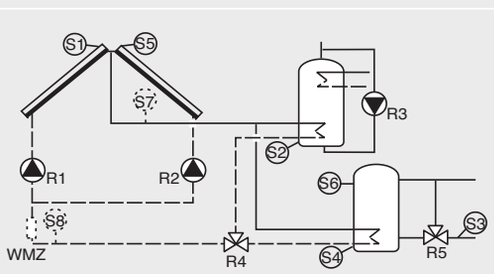
System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
1-ABD		Ja (S1, S2, S5)	Ja (S2, S3, S4)	Ja (S6)
1-CD p-p		Ja (S1, S2, S3)	Ja (S2, S3, S4)	Ja (S6)
1-CD p-p		Nein	Ja (S2)	Ja (S6)
1-CD p-v		Ja (S1, S2, S3)	Ja (S2, S3, S4)	Ja (S6)
1-CD p-v		Nein	Ja (S2)	Ja (S6)

Tab. 23 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser

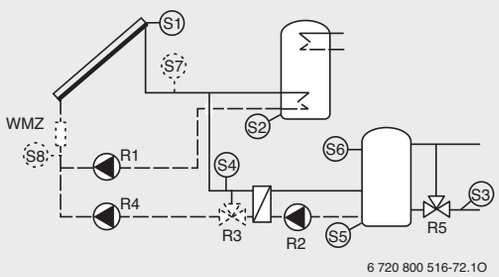
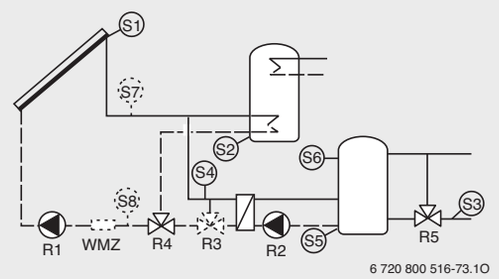
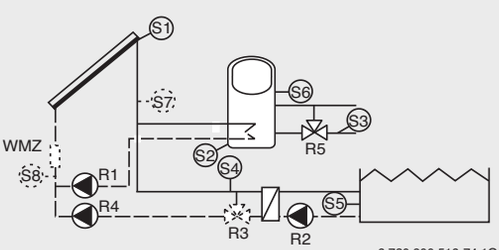
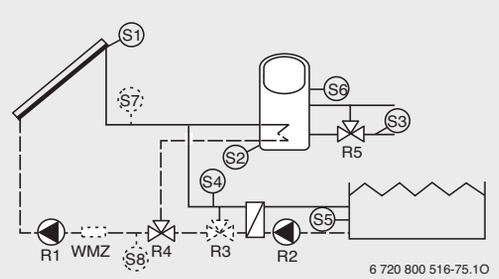
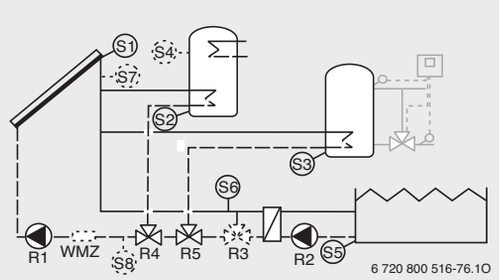
System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
1-ACD p-v		Ja (S1, S2, S3, S5)	Nein	Ja (S6)
1-ACD p-v		Ja (S1, S2, S5)	Nein	Ja (S6)

Tab. 23 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser

TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser, Heizungsunterstützung, Schwimmbad

System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
2-0		Ja (S1, S2)	Nein	Nein
2-A		Ja (S1, S2, S5)	Nein	Nein
2-C p-p		Ja (S1, S2, S5)	Ja (S2, S4)	Nein
2-C p-v		Ja (S1, S2, S5)	Ja (S2, S4)	Nein
2-AC p-v		Ja (S1, S2, S4, S5)	Ja (S2)	Nein

Tab. 24 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser, Heizungsunterstützung, Schwimmbad

System-auswahl	Anlagenskizze	Mögliche Funktionen		
		Kühlfunktion	Thermische Desinfektion	Vereisungs-schutz WT
2-CD p-p		Ja (S1, S2, S5)	Nein	Ja (S4)
2-CD p-v		Ja (S1, S2, S5)	Nein	Ja (S4)
2-CD p-p		Nein	Nein	Ja (S4)
2-CD p-v		Nein	Nein	Ja (S4)
2-CD p-v-v		Nein	Nein	Ja (S6)

Tab. 24 TDS 300: Hydraulikschema Warmwasser, Heizungsunterstützung, Schwimmbad

5.3.12 Systemkonzept

System 1: Solare Warmwasserbereitung (ISM 1, TDS 100 und TDS 050)

Um die solare Warmwasserbereitung zu steuern, benötigt der Regler 2 Temperaturfühler. Die Temperaturfühler messen die Temperatur der heißesten Stelle des Solarkreises vor dem Kollektorausgang (T_1) und die Temperatur im Speicher auf der Höhe des Solarkreis-Wärmetauschers (T_2). Die Signale der Temperaturfühler (Widerstandswerte) werden im Regler verglichen. Die Pumpe wird eingeschaltet, wenn die Einschalt-Temperaturdifferenz erreicht ist.

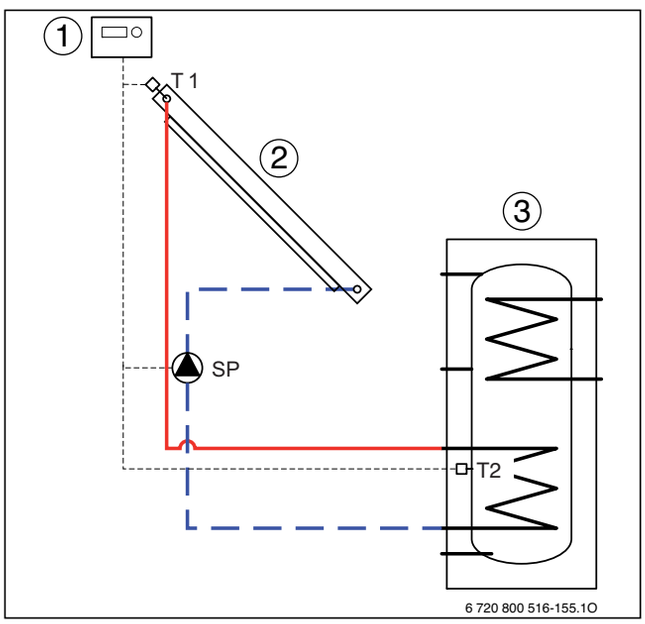


Bild 55 Anschluss-Schema Grundfunktion

SP Solarpumpe
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

[1] Solarregler (TDS 050, TDS 100, ISM 1)
[2] Flachkollektor
[3] Solarspeicher

Kollektor-Temperaturabschaltung

- Ab einer Temperatur von 120 °C am Temperaturfühler T_1 schaltet die Solarpumpe ab.
- Nach dem Abkühlen des Kollektors unter 115 °C wird die Solarpumpe bei einer Wärmeanforderung des Speichertemperaturfühlers unten (Solarspeicher) wieder eingeschaltet.
- Bei Temperaturen über 140 °C verdampft die Wärmeträgerflüssigkeit im Kollektor

Durch hohe Kollektortemperaturen dehnt sich die Wärmeträgerflüssigkeit stark aus. Wenn der Fülldruck des Solarausdehnungsgefäßes zu niedrig oder das Solarausdehnungsgefäß zu klein ausgelegt ist, wird die Wärmeträgerflüssigkeit über das Sicherheitsventil in den Auffangbehälter abgeleitet.

System 2: Solare Heizungsunterstützung (ISM 2, TDS 300)

Um zusätzlich zur solaren Warmwasserbereitung die solare Heizungsunterstützung zu steuern, vergleicht der Regler über 2 weitere Temperaturen (Temperaturfühler T_3 und T_4). Über die Temperaturdifferenz kann bestimmt werden, ob eine Heizenergiezuführung ins Heiznetz angebracht ist. Wenn durch eine höhere Speichertemperatur eine Heizungsunterstützung erfolgen kann, speist der Regler von Solar erwärmtes Heizwasser über ein 3-Wege-Umschaltventil in das Heiznetz ein.

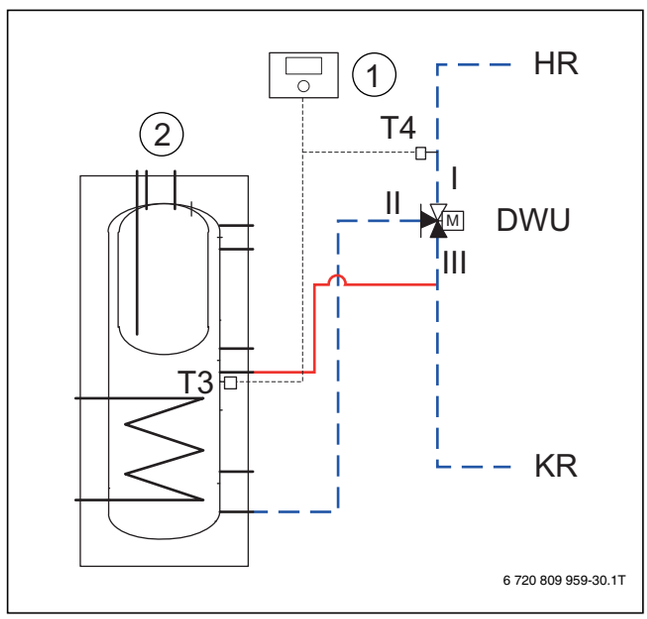
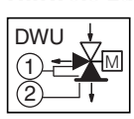


Bild 56 Anschluss-Schema solare Heizungsunterstützung

DWU 3-Wege-Ventil
HR Rücklauf vom Heiznetz
KR Rücklauf zum Heizgerät
T3 Speichertemperaturfühler Rücklauftemperaturanhebung
T4 Temperaturfühler Heizungsrücklauf (NTC)

[1] Solarregler (TDS 300, ISM 2)
[2] Solar-Kombispeicher

Hinweis zu DWU:



[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

Rücklauftemperaturanhebung

Die Rücklauftemperaturanhebung bindet den Pufferspeicher hydraulisch in den Heizungsrücklauf ein. Wenn die Temperatur im Pufferspeicher um den eingestellten Wert über der Rücklauftemperatur liegt, öffnet ein 3-Wege-Umschaltventil und das Pufferspeicherwasser erwärmt das zum Kessel rückfließende Wasser.

- Das 3-Wege-Umschaltventil wird geöffnet, wenn der Temperaturunterschied zwischen der Speichertemperatur T_3 und der Heiznetzrücklauftemperatur T_4 die eingestellte Temperaturdifferenz überschreitet.

- Das 3-Wege-Umschaltventil wird geschlossen, wenn der Temperaturunterschied zwischen der Speichertemperatur T_3 und der Heiznetzrücklauftemperatur T_4 die eingestellte Temperaturdifferenz unterschreitet.

5.3.13 Optionen zu System 1 und 2 (ISM 2, TDS 300)

Option A: Zweites Kollektorfeld (Ost-/West-Regelung)
Wie bei nur einem Kollektorfeld wird auch hierbei eine Temperaturdifferenzregelung durchgeführt. Zusätzlich zur Temperaturdifferenz (T_1–T_2), die die Solarpumpe SP für das erste Kollektorfeld schaltet, überprüft die Regelung auch die Temperaturdifferenz (T_A–T_2). Wenn die Einschaltkriterien erreicht sind, wird die Solarpumpe PA für das zweite Kollektorfeld zugeschaltet. Übergangsweise können daher auch beide Kollektorfelder in Betrieb sein.

Wenn es zu einer Stagnation in einem der beiden Kollektorfelder kommt, sind beide Pumpen SP und PA gesperrt.

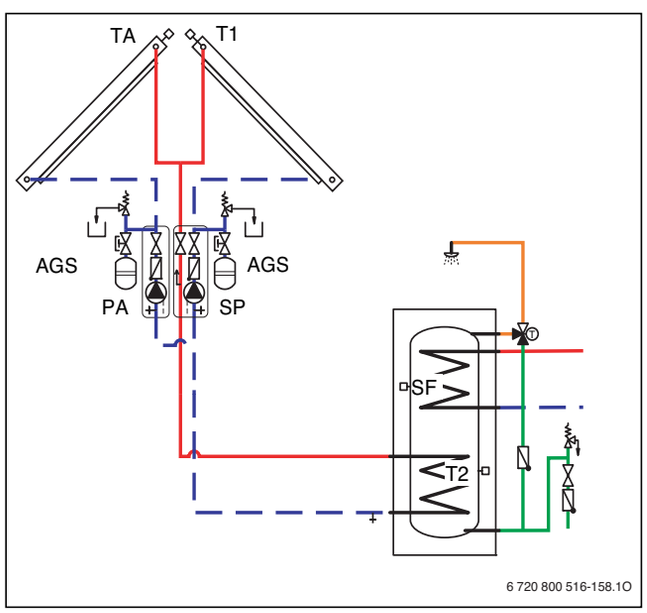


Bild 57 Beispielkonfiguration mit einem zweiten Kollektorfeld

AGS Solarstation
PA Solarpumpe für zweites Kollektorfeld
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe
TA Kollektortemperaturfühler für zweites Kollektorfeld
T1 Kollektortemperaturfühler für erstes Kollektorfeld
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

Option B: Umladesystem (ISM 2, TDS 300)
Die Trinkwasserumladepumpe PB wird eingeschaltet, wenn die Differenz zwischen der Temperatur im Solarspeicher unten und der Temperatur im Speicher B oben (T_2–T_B) größer als die Einschalthysterese von 6 K ist. Das Warmwasser aus dem Solarspeicher strömt dem Speicher B zu. Fällt die Temperaturdifferenz (T_2–T_B) unter die Ausschalthysterese von 3 K oder übersteigt die Temperatur im Speicher B oben (T_B) die einstellbare maximale Temperatur für Speicher B, dann wird die Pumpe PB wieder abgeschaltet.

In Verbindung mit dem Solarregler TDS 300 werden 2 zusätzliche Speichertemperaturfühler benötigt, die am Vorwärmspeicher und/oder am Bereitschaftsspeicher unten montiert werden. Speicher mit abnehmbarer Dämmung lassen eine freie Fühlerpositionierung mit Hilfe von Spannbändern zu. Der Speichertemperaturfühler SF4 wird im Bereitschaftsspeicher montiert.

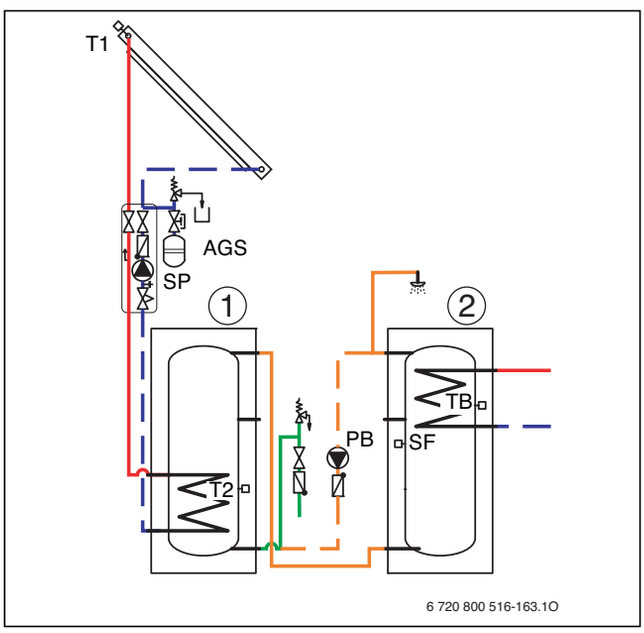


Bild 58 Beispielkonfiguration Umladesystem

AGS Solarstation
PB Pumpe für Trinkwasserumladesystem
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe
T_B Speichertemperaturfühler für zweiten Speicher im Umladesystem (Speicher B)
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

[1] Warmwasserspeicher solar
[2] Warmwasserspeicher B

Option C: Vor-/Nachrangschaltung in Ausführung Pumpe - Ventil (p-v) (ISM 2, TDS 300)

Die Solarpumpe SP wird eingeschaltet, wenn das Einschaltkriterium für einen der beiden Speicher (Solarspeicher oder Speicher C) erfüllt ist, also die Kollektortemperatur über der Temperatur einer der beiden Speicher liegt. Die Solarpumpe SP wird abgeschaltet, wenn die Kollektortemperatur (T_1) für die Beladung einer der beiden Speicher nicht ausreichend ist oder beide Speicher die einstellbare maximale Speichertemperatur erreicht haben.

Wenn die Kollektortemperatur (T_1) ausreicht, um eine Beladung des Vorrangspeichers (Speicher C) zu gewährleisten, also eine Temperaturdifferenz zwischen Kollektor- und Speichertemperaturfühler (T_1–T_C) größer als die Einschalthysterese von 8 K vorliegt, wird das Vor-/Nachrangventil DWUC auf den Vorrangspeicher (Speicher C) umgeschaltet und die Solarpumpe SP belädt den Vorrangspeicher (Speicher C).

Wenn die Kollektortemperatur (T_1) nur ausreicht, um eine Beladung des Nachrangspeichers (Solarspeicher) zu gewährleisten, aber nicht ausreicht um den Vorrangspeicher (Speicher C) zu beladen, also eine Temperaturdifferenz zwischen Kollektor- und Speichertemperaturfühler (T_1–T_2) größer als die Einschalthysterese von 8 K vorliegt, aber die Temperaturdifferenz zwischen Kollektortemperatur und Vorrangspeichertemperatur (T_1–T_C) kleiner als die Einschalthysterese von 8 K ist, wird das Vor-/Nachrangventil DWUC auf den Nachrangspeicher (Solarspeicher) umgeschaltet und die Solarpumpe SP belädt den Nachrangspeicher (Solarspeicher).

Während der Nachrangspeicherbeladung wird regelmäßig geprüft (einstellbar), ob die Beladung des Vorrangspeichers möglich ist. Dazu wird die Solarpumpe SP zeitweise ausgeschaltet und dabei wird geprüft, ob die Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Vorrangspeicher
(T_1–T_C) über die Einschalthysterese von 8 K ansteigt. Wenn das nicht der Fall ist, bleibt das Vor-/Nachrangventil DWUC weiterhin auf der Stellung zur Nachladung des Nachrangspeichers (Solarspeicher). Die Funktion Pumpe - Ventil wird gewählt, wenn 2 Kollektorfelder vorliegen (Option A). Am Regler TDS 300 und FW 200/FW 500 muss für die in Bild 59 und Bild 60 dargestellten Beispielkonfigurationen der Speicher C als Vorrangspeicher gewählt werden.

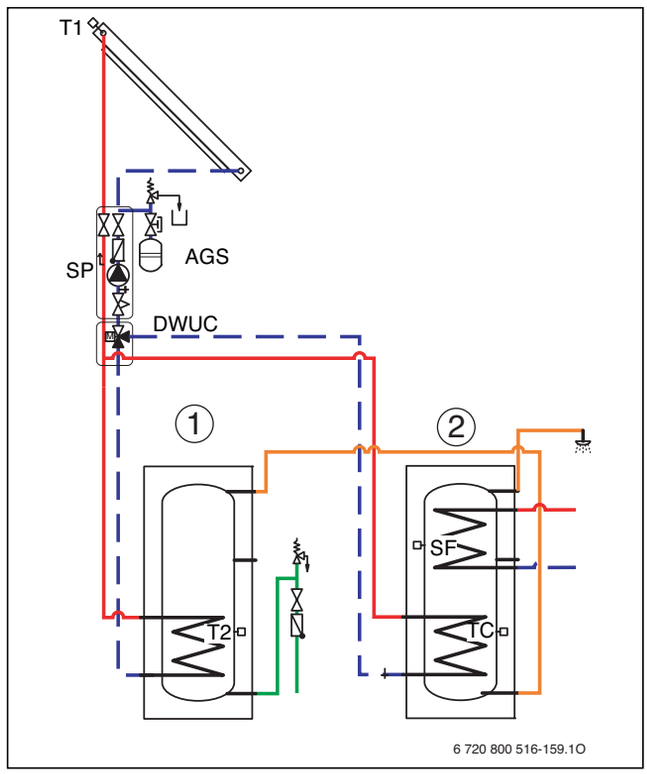


Bild 59 Beispielkonfiguration mit dem Vorrangspeicher C und dem Solarspeicher als Nachrangspeicher

AGS	Solarstation
DWUC	Vor-/Nachrangventil
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
TC	Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrangspeicher (Speicher C)
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
[1]	Warmwasserspeicher solar
[2]	Warmwasserspeicher C

Option C: Vor-/Nachrangschaltung in Ausführung Pumpe - Pumpe (p-p) ISM 2/TDS 300

Das Regelungsprinzip dieser Ausführung unterscheidet sich nicht von der vorausgehenden Ausführung mit Pumpe - Ventil. Die Auswahl der zu beladenden Speicher erfolgt in dieser Ausführung durch Schaltung einer der beiden Pumpen SP oder PC.

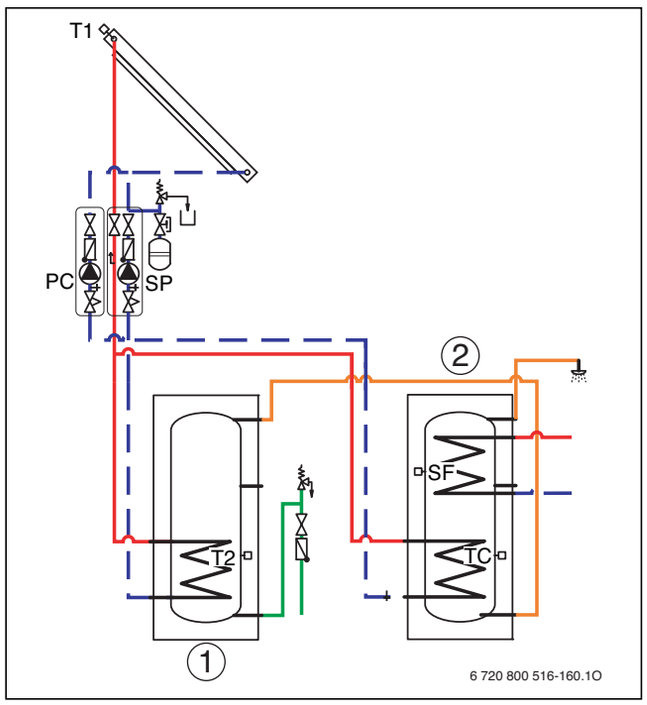


Bild 60 Beispielkonfiguration mit dem Vorrangspeicher C und dem Solarspeicher als Nachrangspeicher

PC Solarpumpe für Speicher C (Vorrangspeicher)
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe
TC Speichertemperaturfühler am Vor-/Nachrang-speicher (Speicher C)
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

[1] Warmwasserspeicher solar
[2] Warmwasserspeicher C

Option D: Externer Wärmetauscher ISM 2/TDS 300

Die Sekundärkreispumpe PD wird eingeschaltet, wenn die Differenz zwischen der Temperatur im Solarspeicher unten und der Temperatur im Kollektorkreis direkt am Wärmetauscher (T_2–T_D) größer als die Einschalthysterese von 6 K ist. Der Solarspeicher wird über den externen Wärmetauscher beladen. Wenn die Temperaturdifferenz (T_2–T_D) unter die Ausschalthysterese von 3 K fällt, wird die Pumpe PD wieder abgeschaltet.

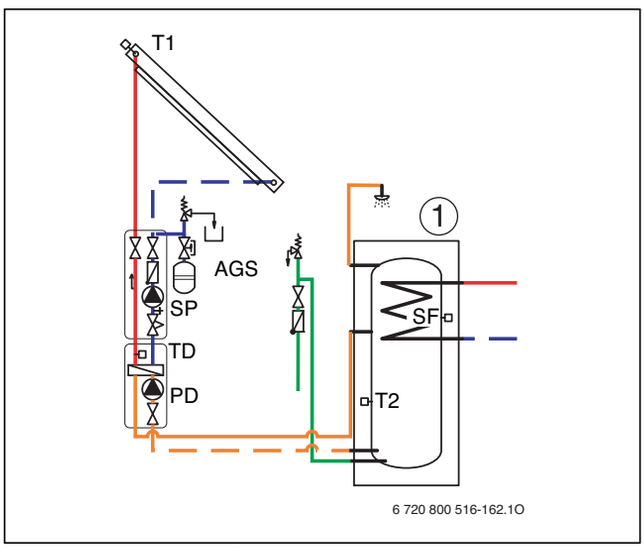


Bild 61 Beispielkonfiguration mit einem externen Wärmetauscher

AGS Solarstation
PD Sekundärkreispumpe (Trinkwassergeeignet) für externen Wärmetauscher
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe
TD Temperaturfühler am externen Wärmetauscher
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

[1] Warmwasserspeicher solar

Bei Verwendung der Solarmodule ISM 1/ ISM 2 muss der externe Solarkreis-Wärmetauscher immer vor den Solarspeicher (Speicher mit Temperaturfühler T_2) geschaltet werden.
Bei Kombination mit Option C (Vor-/Nachrangspeicher) darf der externe Solarkreis-Wärmetauscher nicht vor Speicher C geschaltet werden.

Option E: Thermische Desinfektion ISM 2, TDS 300

Die thermische Desinfektion wird durch das Heizgerät ausgelöst. Wenn im maßgeblichen Zeitintervall die vorgegebene Desinfektionstemperatur am Temperaturfühler T_2 nicht erreicht wurde, wird die Pumpe PE für thermische Desinfektion so lange eingeschaltet, bis am unteren Speichertemperaturfühler T_2 die Desinfektionstemperatur erreicht wird.

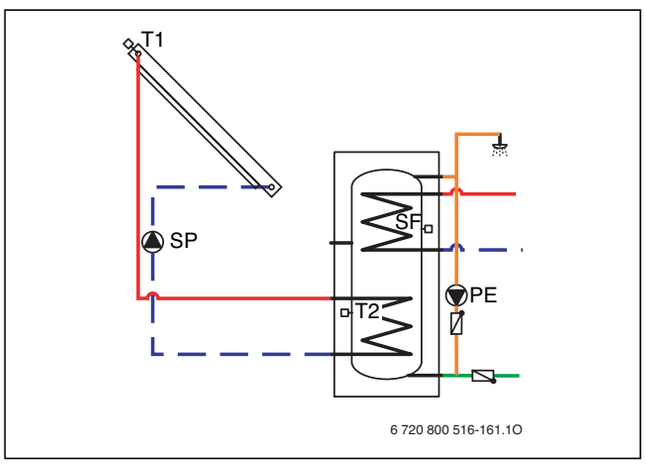


Bild 62 Beispielkonfiguration zur thermischen Desinfektion

PE Pumpe für thermische Desinfektion
SF Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP Solarpumpe
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)

Thermische Desinfektion von Mehrspeichersystemen

Werden mehrere Warmwasserspeicher solar beladen (z. B. Option B oder Option C), können je nach hydraulischer Verschaltung der Pumpe zur thermischen Desinfektion (PE) die zusätzlichen Speicher (z. B. Speicher B) ebenfalls thermisch desinfiziert werden. In diesem Fall müssen auch die entsprechenden Speichertemperaturfühler (z. B. TB) in die Prüfung, ob die Desinfektionstemperatur erreicht wurde, eingebunden werden.
Für das in Bild 44, Seite 54 dargestellte System bedeutet das, dass nicht nur der Temperaturfühler T_2 für die thermische Desinfektion maßgebend ist, sondern zusätzlich auch die Temperaturfühler T_B und T_C.

Option F: Temperatur Differenz Regelung ISM

Mit dieser Funktion kann eine zusätzliche Temperaturdifferenz erfasst und ein 3-Wege-Ventil oder eine Pumpe angesteuert werden, z. B. zur Umschichtung von 2 Speichern, zur Schichtladung von Speichern, Rücklaufeinbindung. Das Schaltsignal zur Ansteuerung des Ventils/der Pumpe kann umgekehrt werden (Ein = bestromt oder Ein = stromlos). Weiterhin kann eine minimale Einschalttemperatur für diese Temperatur-Differenz-Regelung vorgegeben werden.

Die Option F steht nur mit dem Regler FW500 und dem ISM2 zur Verfügung.

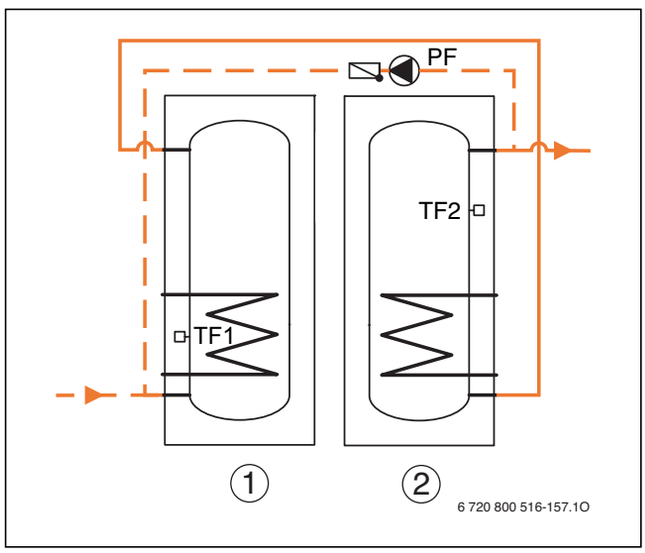


Bild 63 Beispielkonfiguration zur Temperatur-Differenz-Regelung

PF Pumpe (Option F)
TF1 Speichertemperaturfühler Wärmesenke
TF2 Speichertemperaturfühler Wärmequelle

[1] Speicher Wärmesenke
[2] Speicher Wärmequelle

5.3.14 Technische Daten

	Einheit	TDS 050	TDS 100	TDS 300	ISM 1	ISM 2
Geräteabmessungen (H × B × T)	mm	137 × 134 × 38	170 × 190 × 53	170 × 190 × 53	110 × 156 × 55	155 × 246 × 57,5
Betriebsspannung	V AC	230	230	230	230	230
Eigenverbrauch	W	1,0	1,0	1,8	1,0	1,5
Schaltuhr	–	nein	nein	ja	über Fx- Regler	über Fx- Regler
Zulässige Umgebungs-temperatur	°C	0...+50	0...+50	0...+50	0...+50	0...+50
Eingänge:						
- Temperaturerfassung[1)]	–	2	2	2	2	3
- Impulserfassung	–	–	–	1 × Volumen-strom (1 l/Imp.)	–	–
Ausgänge Solarpumpe						
Leistungsdaten	V AC	230	230	230	230	230
Leistungsdaten	W	maximal 250	maximal 250	maximal 250	maximal 3 × 120	maximal 6 × 120
Leistungsdaten	A	maximal 1,1	maximal 1,1	maximal 1,1	0,5	0,5
Pumpenansteuerung	–	2-Punkt	geregelt	geregelt	2-Punkt	2-Punkt
3-Wege-Umschaltventil						
Leistungsdaten	V AC	–	–	230	[2)]	[2)]
Leistungsdaten	W	–	–	maximal 3 × 375	[2)]	[2)]
Leistungsdaten	A	–	–	1,6	[2)]	[2)]
Interne Gerätesicherung						
- Ausgang R1	A	2,5 MT	2,5 MT	2,5 MT	4 MT	4 MT
- Ausgang R2	A	4 MT	4 MT	4 MT	–	–
Schutzart (DIN 40050)	–	IP 20	IP 20	IP 20	IP 44	IP 44
Kollektortemperaturfühler TF 2 (NTC 20 K)						
Durchmesser Temperaturfühler	mm	6	6	6	6	6
Kabel (Silikon)	m	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Messbereich	°C	bis 140	bis 140	bis 140	bis 140	bis 140
Speichertemperaturfühler (NTC 10 K)						
Durchmesser Temperaturfühler	mm	8	8	8	8	8
Kabel (Silikon)	m	3	3	3	3	3
Messbereich	°C	bis 100	bis 100	bis 100	bis 100	bis 100
Speichertemperatur						
Einstellbereich	°C	20...90	20...90	20...90	20...90	20...90
Voreingestellter Wert	°C	60	60	60	60	60
		CE	CE	CE	CE	CE

Tab. 25 Technische Daten Solarregler und Solarmodule

1) Temperaturfühler im Lieferumfang

2) Ausgänge Pumpe auch für Umschaltventil nutzbar

5.3.15 Solarsystemregler BS 500 S und BS 500 E

Gerätebeschreibung BS 500 S und BS 500 E

Bild 64 BS 500 S

Bild 65 BS 500 E

Gerätebeschreibung

- BS 500s ist eine autarke Solaranlagen-Regelung für solare Warmwasserbereitung und optional solare Heizungsunterstützung für größere Solaranlagen
- 40 solare Grundsysteme, mit BS 500e zusätzlich 2 Solarsysteme „Vorwärmsystem TS“
- BS 500e ist ein Erweiterungsregler für den BS 500s speziell für das Vorwärmsystem TS (→ Bild 16, Seite 30) und regelt zusammen mit dem BS 500s die Solaranlage mit Kollektorfeld, Solar-Trennstation und Pufferspeicher sowie die Warmwasser-Beladung des Vorwärmspeichers, eine thermische Umlade-steuerung zwischen der Vorwärmstufe und dem Bereitschaftsteil und die thermischen Desinfektion.
- Antilegionellenschaltung über Solaranlage oder konventionellen Energieversorger
- Bei Heizungsunterstützung wird die Einbindung des solar beladenen Puffers über ein 3-Wege-Ventil gesteuert.
- Anschluss für Wärmemengenzähler und Grundfos-Sensor
- Datenaufzeichnung über SD-Kartenslot

Ausstattung

- BS 500e nur in Kombination mit BS 500s als Regel-system für das Solarsystem „Vorwärmsystem TS“
- LCD-Grafikdisplay mit Beleuchtung und animiertem Anlagenpiktogramm
- Elektronische Drehzahlregelung der Pumpen
- Zirkulationspumpenregelung (durch Zeit-, Impuls- oder Temperatursteuerung)
- Täglicher Pumpenstart (Pumpenkick)
- Ermittlung der Wärmemenge mit optionalem Wärme-mengenzähler
- Thermische Desinfektion
- Sammelstörmeldung
- Kontinuierliche Speicherung der Messwerte auf einer SD-Speicherkarte (maximal 2 GB) möglich
- Datenauswertung mit kostenloser Analysesoftware Junkers „TS Analyzer“
- Visualisierung der Anlagenkonfiguration
- Der Solarregler (bei Vorwärmsystem TS-Pufferbelade-regler) BS 500 S (Master) hat 6 Eingänge und 3 Ausgänge
- Der Pufferentladeregler für „Vorwärmsystem TS“ BS 500 E (Slave) hat weitere 6 Eingänge und 3 Ausgänge.

Bild 66 BS 500 im Datenaustausch per SD-Karte mit kostenloser Junkers Datenlogger-Software

Lieferumfang

- BS 500 S
  - Ein Kollektorfühler (NTC 20K)
  - Ein Speichertemperaturfühler (NTC 10K)
- BS 500 E
  - Ein Pufferspeicherfühler oben (NTC 10K)
  - Ein Vorwärmspeicherfühler oben (NTC 10K)
  - Ein Vorwärmspeicherfühler unten (NTC 10K)
- Ein Temperaturfühler in der „Vorwärmstufe TS“ montiert
- Alle erforderlichen Temperaturfühler für die Warmwasserbereitung sind im Lieferumfang enthalten.
- Temperaturfühler für die Heizungsunterstützung, Wärmemengenzähler oder Zusatzfunktionen müssen separat bestellt werden.

Die NTC 10K-Fühler für den BS 500 sind nicht kombinierbar mit den Fühlern vom ISM 1/2 oder TDS 100/300.
Der vormontierte Fühler in der Solar-Trennstation SBT...-2 ist bereits ein NTC 10K-Fühler für den BS 500.

Technische Daten BS 500 S und BS 500 E

Temperaturdifferenzregler	
Betriebsspannung	230 V~, 50 Hz
Maximaler Eigenverbrauch	ca. 2 W
Eingang 1	Für Temperaturfühler NTC 20K
Eingang 2	Für Temperaturfühler NTC 10K/NTC 20K
Eingang 3...5	für Temperaturfühler NTC 10K
Eingang 6	Für Temperaturfühler NTC 10K oder Impulsgeber zur Volumenstromerfassung (Wärmemengenzählung)
Weitere Eingänge	1 x Grundfos Direct SensorTM (Durchfluss und Temperatur)
Ausgang R1 und R2	Triacausgang zur Drehzahlregelung
Ausgang R3	Relais Schaltausgang, maximaler Schaltstrom 3,47 A~
Weitere Ausgänge	1 x Alarmausgang potentialfreier Kontakt für SELV maximal 42 V, maximal 2 A
Vorgegebene Hydraulikschemen	40
Schnittstellen	RS232 und RS485 für TPC 1-Bus
Schutzart	IP 20/DIN 40050
Schutzklasse	I
Zulässige Umgebungstemperatur	0...+45 °C
Anzeige	Animiertes Grafik-LCD mit Beleuchtung
Überspannungskategorie	Klasse II (2500 V)

Tab. 26 Technische Daten BS 500 S

Temperaturdifferenzregler	
Betriebsspannung	230 V~, 50 Hz
Maximaler Eigenverbrauch	ca. 2 W
Eingang 1...5	Für Temperaturfühler NTC 10K
Eingang 6	Für Temperaturfühler NTC 10K oder Impulserfassung
Weitere Eingänge	1 x Grundfos Direct SensorTM (Durchfluss und Temperatur)
Ausgang R1 und R2	Triacausgang zur Drehzahlregelung
Ausgang R3	Relais Schaltausgang, maximaler Schaltstrom 3,47 A~
Weitere Ausgänge	1 x Alarmausgang potentialfreier Kontakt für SELV maximal 42 V, maximal 2 A
Vorgegebene Hydraulikschemen	40
Schnittstellen	RS232 und RS485 für TPC 1-Bus
Schutzart	IP 20/DIN 40050
Schutzklasse	I
Zulässige Umgebungstemperatur	0...+45 °C
Anzeige	4 LED zur Statusanzeige
Überspannungskategorie	Klasse II (2500 V)

Tab. 27 Technische Daten BS 500 E

5.4 Solarbaukasten - hydraulisches Zubehör

Für eine einfachere Planung und sichere Montage einer Solaranlage stehen für die verschiedenen Optionen des Regelsystems in der Solaranlage die folgenden komplett vorgefertigten Hydraulikkomponenten zur Verfügung.

- Solarstationen AGS...
- Solarbaugruppe SBU Umschaltmodul, Umschaltventil UV1 (Option C)
- Solarbaugruppe SBH, Umschaltventil DWU 1 (System 2)
- Solarbaugruppe SBL zur Umladung (Option B, E, F)
- Solar-Baugruppe SBT zur Systemtrennung (Option D)
- Solar-Baugruppe SBT-2, Solarstation mit Systemtrennung für größere Solaranlagen (Option D)
- Solar-Baugruppe SBS und SWT zur Schwimmbadbeheizung

5.4.1 Solarstationen AGS

Bild 67 2-Strang-Solarstation AGS 5

Bild 68 Einstrang-Solarstation AGS 5E

Bild 69 Solarstation AGS 5T zur Montage am Solar-Warmwasserspeicher SK...RTCB

Gerätebeschreibung

- Die Solarstationen AGS sind für den Einbau in Junkers Solaranlagen mit indirekt beheizbaren Solarspeichern (SK, SP, PF, P... solar) und Solarkollektoren (FKT, FKC, FCC, VK) vorgesehen.
- Für eine optimale Anpassung an das Solarsystem gibt es die Solarstationen AGS in 3 Ausführungen und in 4 verschiedenen Leistungsgrößen
- Die Standardausführung AGS 5/10/20/50 ist eine 2-Strang-Solarstation für bis zu 50 Flachkollektoren für vielfache Anwendungsmöglichkeiten und mit integriertem Luftabscheider. Die Solarstation AGS 5 gibt es auch mit integrierter Regelung (TDS 100 und TDS 300 oder Reglermodul ISM 1 und ISM 2).
- Bei der einfacheren Ausführung AGS 5/10 E handelt es sich um eine Einstrang-Solarstation für bis zu 10 Flachkollektoren. Die Solarstation enthält keinen Luftabscheider.
- Die AGS 5T ist eine AGS 5 mit ISM 1 und einem speziellen Montageset. Diese Variante kann seitlich (links oder rechts) an die bivalenten Speicher SKE 290/400-5 solar und die Pufferspeicher für die CerapurSolar CSW... P 290/400-5 SHU montiert werden. Diese AGS 5 Variante ist ebenfalls isoliert und hat eine schwarz lackierte Stahlblech-Abdeckung als Designblende, in der auch die Rohrleitungen am Speicher geführt werden.

Ausführungen Solarstationen AGS

Ausführung	2-Strang					1-Strang	
Typ	AGS 5	AGS 5T	AGS 10	AGS 20	AGS 50	AGS 5E	AGS 10E
Anzahl Flachkollektoren	1...5	1...5	6...10	11...20	21...50	1...5	6...10
Luftabscheider integriert	●	●	●	●	●[1)]	–[1)]	–[1)]
Regelung integriert	●[2)]	ISM 1	–	–	–	–	–

Tab. 28 Technische Daten AGS

1) Zusätzlich Luftabscheider oder automatischer Entlüfter pro Kollektorfeld vorsehen

2) Mit integriertem TDS 100, TDS 300 oder ISM 1/ISM 2 wahlweise

Die der Tabelle 28 angegebene Anzahl der Kollektoren ist pauschal und kann z. B. je nach Rohrauswahl, Leitungslänge abweichen. Wir empfehlen, eine hydraulische Berechnung der Anlage entsprechend Kapitel 7.7, Seite 140 durchzuführen.

Ausstattung

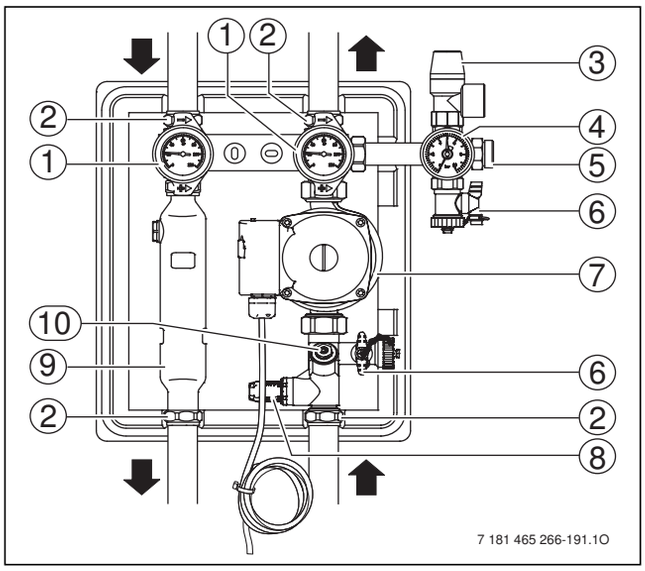


Bild 70 Aufbau der Solarstation AGS 5 ohne integrierte Regelung

[1] Kugelhahn mit Thermometer
[2] Klemmringverschraubung
[3] Sicherheitsventil
[4] Manometer
[5] Anschluss für Ausdehnungsgefäß
[6] FE-Hahn
[7] Solarpumpe
[8] Durchflussanzeiger
[9] Luftabscheider
[10] Regulier-/Absperrventil

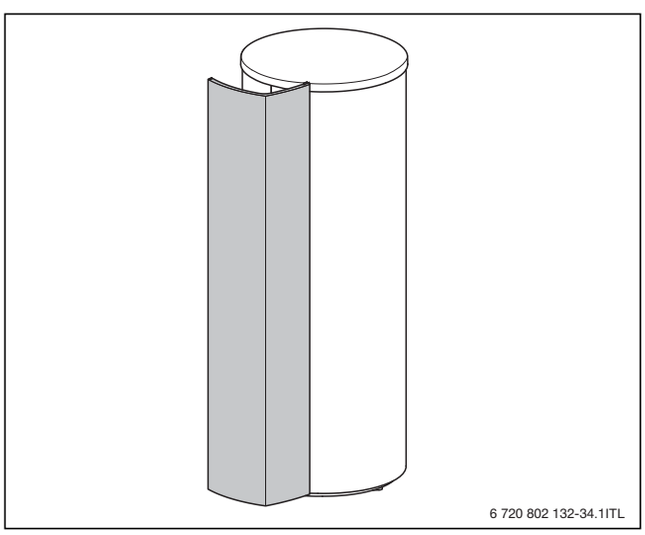


Bild 71 Solarstation AGS 5T am Speicher

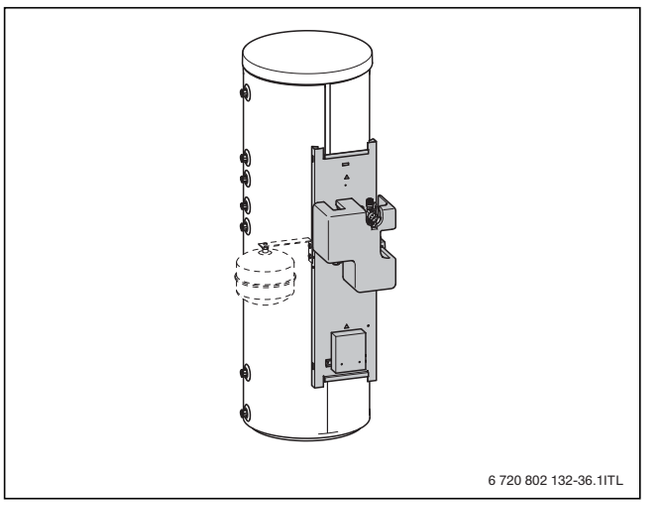


Bild 72 Solarstation AGS 5T ohne Verkleidung

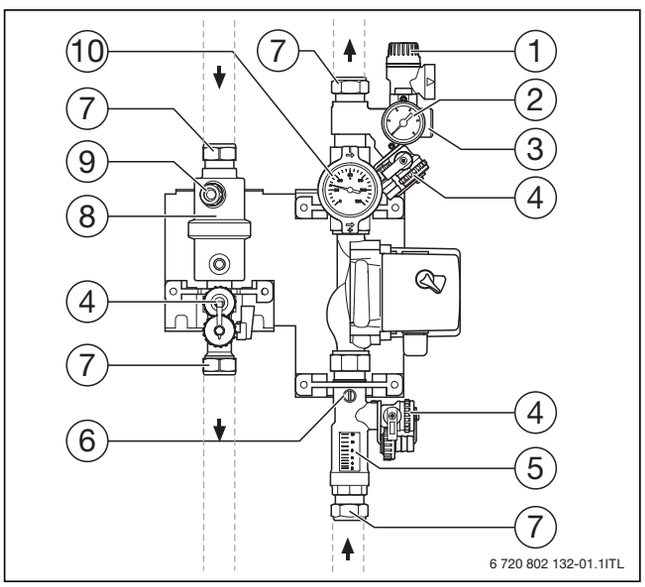


Bild 73 Solarstation AGS 5T ohne Isolierhaube und ohne integrierten Regler und Module

[1] Sicherheitsventil
[2] Manometer
[3] Anschluss für Ausdehnungsgefäß
[4] Füll- und Entleerhahn
[5] Durchflussbegrenzer
[6] Regulier-/Absperrventil
[7] Klemmringverschraubung
[8] Luftabscheider
[9] Entlüftung
[10] Kugelhahn mit integrierter Schwerkraftbremse (Stellung 0° = betriebsbereit, 45° = manuell offen)

Die Solarstationen AGS... sind für einen solaren Verbraucher konzipiert.

Die Solarstationen AGS... sind auch für 2 Verbraucher geeignet, wenn eine 2-Strang-Solarstation in Verbindung mit einer Einstrang-Solarstation betrieben wird. Durch diese Anordnung liegen 2 getrennte Rücklaufanschlüsse mit separater Pumpe und Durchflussbegrenzer vor (→ Bild 74). Dadurch ist es möglich einen hydraulischen Abgleich von 2 Verbrauchern mit unterschiedlichen Druckverlusten durchzuführen. Für diese Anordnung ist nur eine Sicherheitsgruppe ausreichend.

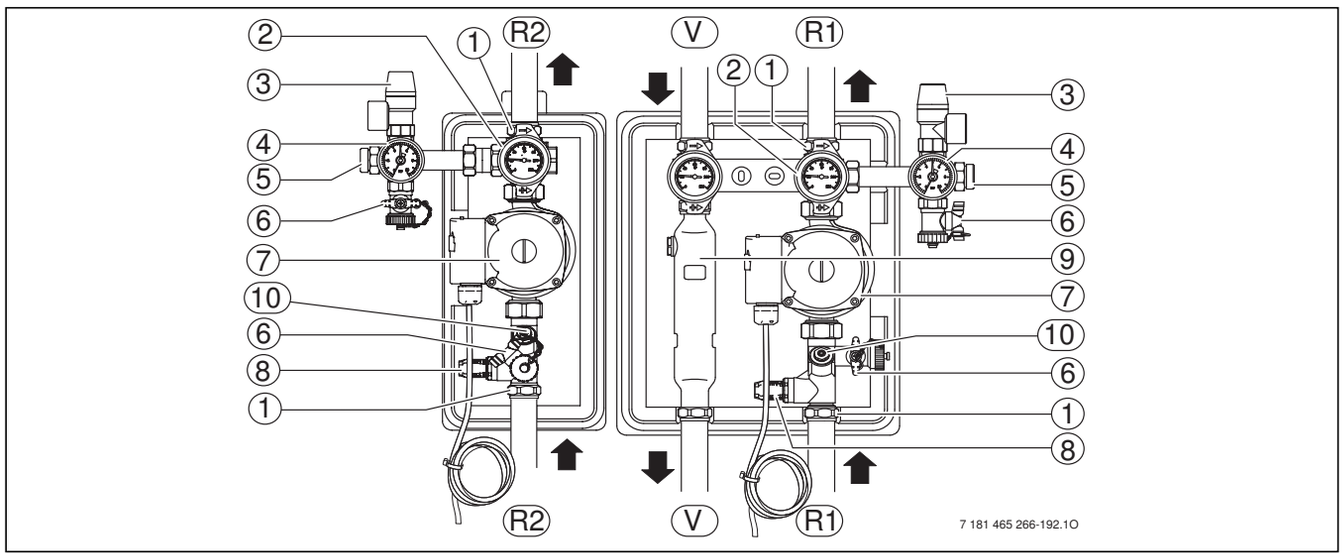


Bild 74 Kombination einer Einstrang-Solarstation AGS 5E mit einer 2-Strang-Solarstation AGS 5

R1 Rücklauf vom Verbraucher 1 zum Kollektor
R2 Rücklauf vom Verbraucher 2 zum Kollektor
V Vorlauf vom Kollektor zum Verbraucher
[1] Klemmringverschraubung (alle Vorlauf- und Rücklaufanschlüsse)
[2] Kugelhahn mit integriertem Thermometer
[3] Sicherheitsventil
[4] Manometer
[5] Anschluss für Ausdehnungsgefäß (AG und AAS/Solar nicht im Lieferumfang enthalten)
[6] Füll- und Entleerhahn
[7] Solarpumpe
[8] Durchflussanzeiger
[9] Luftabscheider (nicht bei Einstrang-Solarstationen)
[10] Regulier-/Absperrventil

Technische Daten

Typ	Einheit	AGS 5E/T	AGS 10E	AGS 5	AGS 10	AGS 20	AGS 50
Anzahl Kollektoren		1...5	6...10	1...5	6...10	11...20	21...50
Zulässige Temperatur	°C	Vorlauf: 130 / Rücklauf 100 (Pumpe)					
Sicherheitsventil-Ansprechdruck	bar	6	6	6	6	6	6
Anschluss Ausdehnungsgefäß		DN 15, Anschluss ¾"	DN 15, Anschluss ¾"	DN 15, Anschluss ¾"	DN 15, Anschluss ¾"	DN 15, Anschluss ¾"	DN 20, Anschluss 1"
Netzspannung	V AC	230	230	230	230	230	230
	Hz	50...60	50...60	50...60	50...60	50...60	50...60
Maximale Stromaufnahme	A	0,25	0,54	0,25	0,54	0,85	1,01
Maximale Leistungsaufnahme	W	60	125	60	125	195	230
Abmessungen (H × B × T)	mm	355 × 185 × 180[1)]		355 × 290 × 235			
Vor- und Rücklaufanschlüsse (Klemmringverschraubung)	mm	15	22	15	22	28	28
Sicherheitsventil	bar	6	6	6	6	6	6
Volumenstrom-Messteil	l/min	0,5 - 6	2 - 16	0,5 - 6	2 - 16	4 - 36	4 - 36
Grundfos Pumpentyp		Solar 15-40	Solar 15-70	Solar 15-40	Solar 15-70	UPS 25-80	Solar 25-120
Montage		Wandbefestigung (Variante AGS 5T = Speicherbefestigung) inklusive Wärmedämmung					

Tab. 29 Technische Daten AGS...

1) AGS 5T abweichend 1776 x 285 x 385

Die Restförderhöhen der Pumpengruppen sind aus Bild 181 auf Seite 148 zu entnehmen.

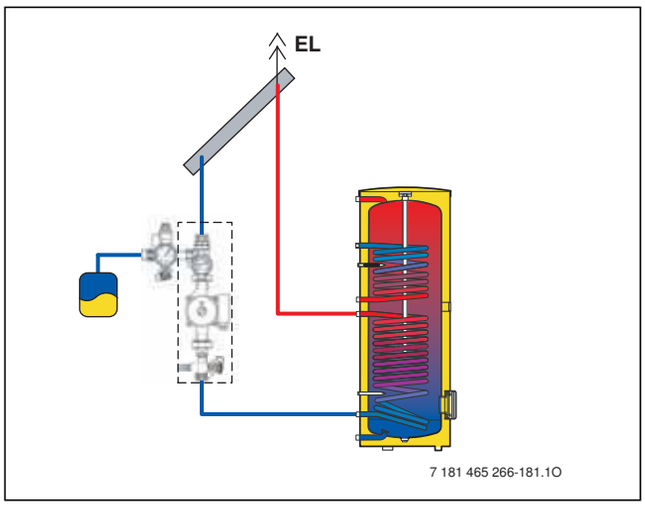


Bild 75 Anschluss-Schema mit Einstrang-Station und automatischer Entlüfter am Dach

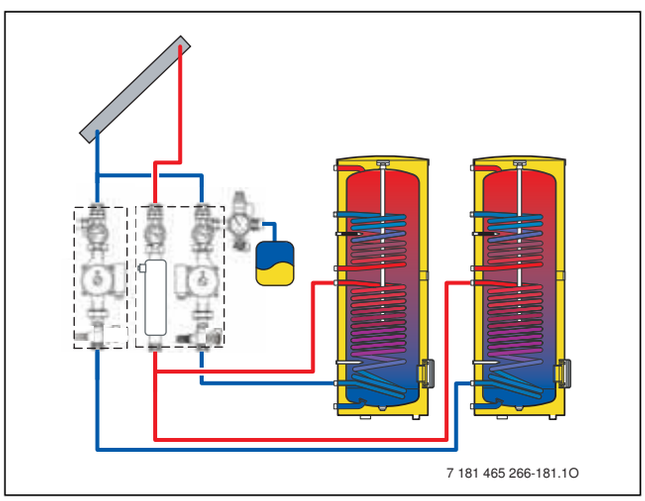


Bild 76 Anschluss-Schema 2-Verbraucher-Anlage mit 1- und 2-Strang-Station und einer Sicherheitsgruppe

Bild 77 AGS 5 ohne Regler oder integriertem ISM...

Bild 78 AGS 5 mit integriertem Regler TDS 100

Weitere Hinweise

Beim Befüllen der Anlage darf das Kollektorfeld nicht von der Sonne bestrahlt und heiß sein. Es besteht sonst die Gefahr von Dampfschlägen, wenn die Solarflüssigkeit in die Kollektoren gepumpt wird. Die ordnungsgemäße Befüllung der Solaranlage wird in Kapitel 8.2.2, Seite 158 beschrieben.

Zur fehlerfreien und wirtschaftlichen Funktion der Solaranlage muss der Volumenstrom der Solarstation am Durchflussbegrenzer eingestellt werden. Siehe Kapitel 8.2.3, Seite 159.

Kombination von 1-Strang- und 2-Strang-Solarstationen in Anlagen mit 2 Verbrauchern (System 2Cp-p)

Bei Anlagen mit 2 solaren Verbrauchern wird zwischen dem vorrangigen und nachrangigen Verbraucher umgeschaltet. Die Umschaltung kann z. B. zwischen dem Warmwasserspeicher und einem Puffer (→ Bild 79) oder einem Kombipuffer und einem Schwimmbad sein. Als eine Möglichkeit der Umschaltung zwischen den Verbrauchern bietet sich die Ergänzung der Pumpengruppe mit einer Einstrang-Pumpengruppe AGS 5/10 E an. Hierbei werden die Rückläufe der Verbraucher getrennt bis zu den Pumpengruppen geführt und erst zwischen Pumpengruppe und Kollektorfeld zusammen gefasst. Der Vorlauf wird zwischen der 2-Stranggruppe und den Verbrauchern aufgeteilt. Die Pumpen werden getrennt angesteuert, zunächst die Pumpe für den Vorrangverbraucher, z. B. Warmwasserspeicher. Wenn der Vorrangverbraucher geladen ist, wird die Pumpe abgeschaltet und die zweite Pumpe für den zweiten Verbraucher bestromt.

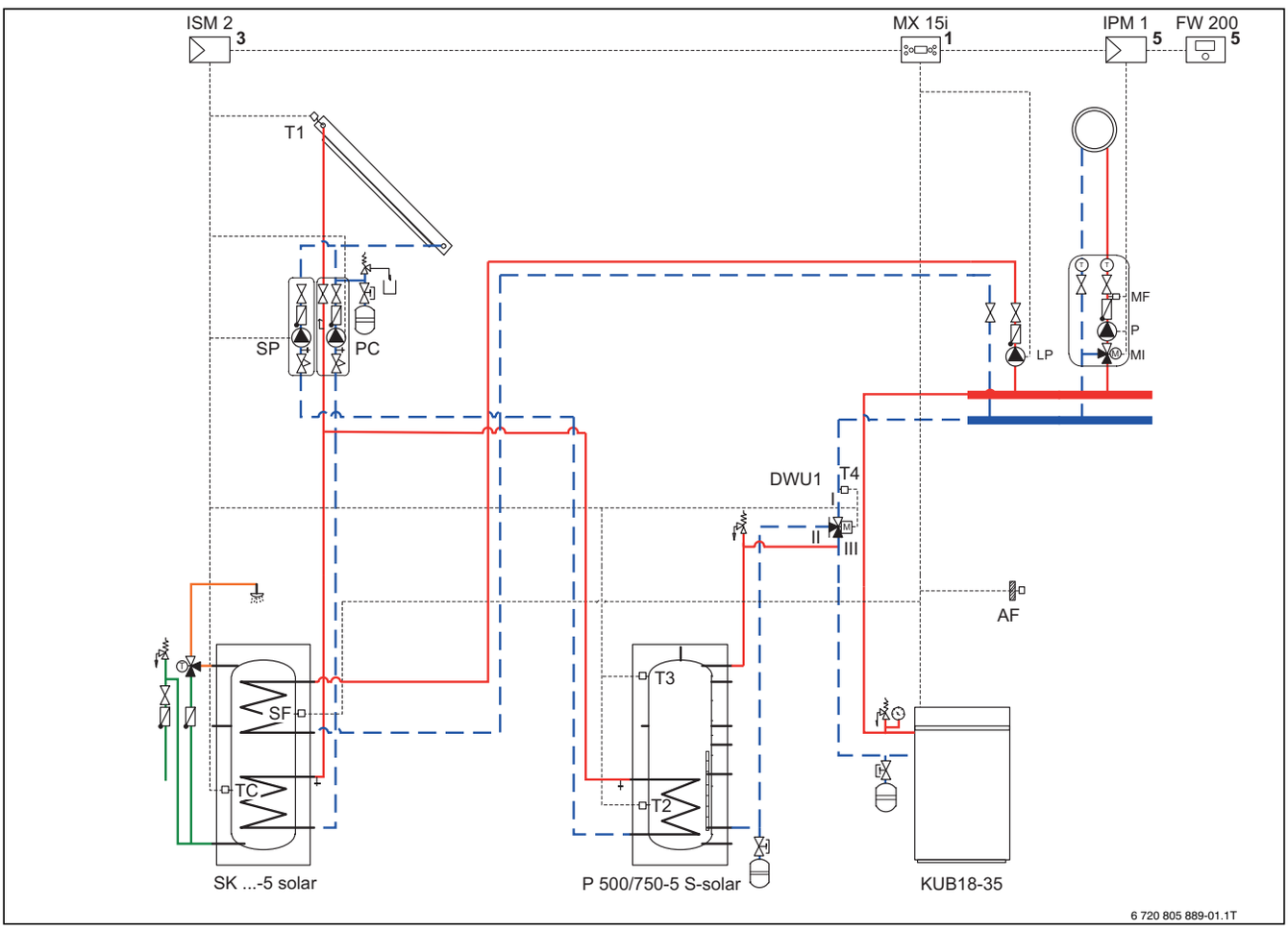


Bild 79 Solaranlage mit Flachkollektoren und 2 Solarpumpen für 2 Verbraucher

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
3 Im Solar-Pufferspeicher

AF	Außentemperaturfühler
DWU1	Ventil Rücklauftemperaturanhebung
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
ISM 2	Solarmodul für Heizungsunterstützung
KUB...	Öl-Brennwertkessel Suprapur-O
LP	Speicherladepumpe
MI	3-Wege-Mischer
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MX15i	Bedienfeld
P750-5 S-solar	Solar-Pufferspeicher
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
PC	Solarpumpe (Option C)
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SK...-5	Warmwasser-Vorwärmspeicher
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
T3	Speichertemperaturfühler oben (Solarspeicher)
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
TC	Speichertemperaturfühler unten (Option C)

Hinweis zu DWU:

[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

Regelung von Solaranlagen mit Ost-/Westkollektorfeldern

Wenn eine Ausrichtung der Solarkollektoren nach Süden nicht möglich ist, kann gegebenenfalls eine Ost/West-Ausrichtung gewählt werden. Dabei werden die Kollektoren auf 2 Dachflächen verteilt, was besondere Ansprüche an die Hydraulik und Regelung stellt.

Die Regelung von Solaranlagen mit zwei unterschiedlich ausgerichteten Kollektorfeldern ist mit dem Solarmodul ISM 2 und der Solarregelung TDS 300 und einem zusätzlichen Kollektorfühler für das zweite Feld möglich.

Für jedes Kollektorfeld wird eine separate Pumpe installiert. Jedes Kollektorfeld (Ost und West) bekommt seinen Kollektorfühler, der an die Solarregelung angeschlossen wird. Das Solarmodul ISM 2 und die Regelung TDS 300 betrachten die Kollektorfelder als 2 eigenständige Solaranlagen. Somit können sie in der Mittagszeit, wenn beide Felder Sonnenstrahlung haben, parallel betrieben werden. In der Zeit, in der nur ein Kollektorfeld Sonnenstrahlung bekommt, wird die Pumpe des nichtbestrahlten Felds ausgeschaltet. Die hydraulische Umsetzung wird vorzugsweise über 2 Solarstationen (eine 2-Strang-Station und eine Einstrang-Station) umgesetzt.

Für jeden der 2 Solarkreise ist ein separates Ausdehnungsgefäß zu installieren. Die Dimensionierung der Rohrleitung für den gemeinsamen Vorlauf muss den Nennvolumenstrom beider Kollektorfelder berücksichtigen.

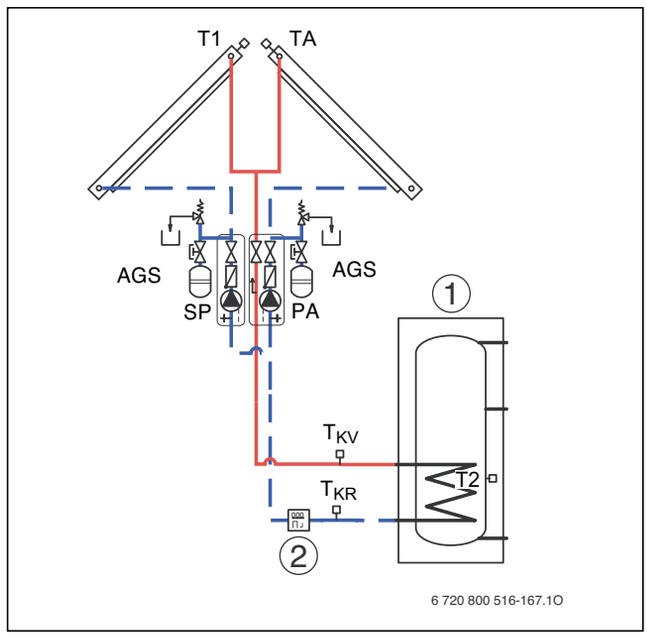


Bild 80 Ost/West-Regelung über 2 Solarstationen

AGS	Solarstation AGS...
PA	Pumpe zweites Kollektorfeld
SP	Solarpumpe
TA	Temperaturfühler zweites Kollektorfeld
T_{KR}	Temperaturfühler Wärmemengenzähler WMZ Rücklauf (Option)
T_{KV}	Temperaturfühler Wärmemengenzähler WMZ Vorlauf (Option)
T1	Temperaturfühler erstes Kollektorfeld
T2	Temperaturfühler Solarspeicher (unten)
[1]	Solarspeicher
[2]	Wärmemengenzähler (Option)

5.4.2 Solarbaugruppe SBU Umschaltmodul, Umschaltventil UV1 (Option C)

Bild 81 SBU (ohne Abdeckung) in Kombination mit AGS 5 und AGS 10

Zur Einbindung des zweiten solaren Verbrauchers ist neben der 2-Pumpen-Variante das Umschaltmodul SBU vorgesehen. Diese kompakte Baugruppe enthält ein Umschaltventil mit einem elektrischen Antrieb. Im Lieferumfang ist eine zweiteilige Wärmedämmung für schnelle und einfache Montage enthalten. Die Abmessungen und das Design sind für die direkte Montage unter einer 2-Strang-Komplettstationen AGS 5 und AGS 10 abgestimmt. In Verbindung mit AGS 10 wird ein Klemmring-Set 22 mm (Zubehör) benötigt. Das Umschaltmodul ist für Solaranlagen bis maximal 10 Flachkollektoren oder 90 VK-Röhren geeignet.

Zur Ansteuerung des elektrothermischen Antriebes kann das Solarmodul ISM 2 oder die Solarregelung TDS 300 (zusätzlich werden benötigt SF2 und VF) verwendet werden.

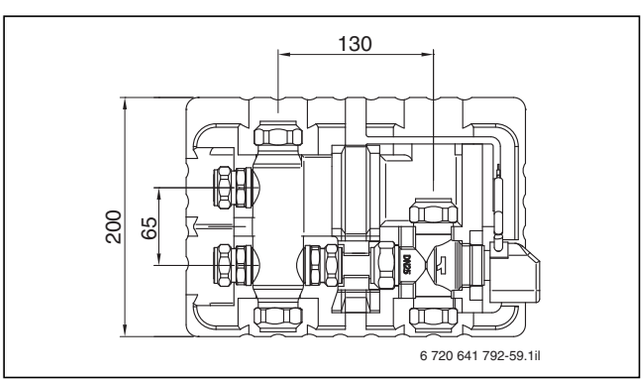


Bild 82 Abmessungen SBU (Maße in mm)

Umschaltmodul	Einheit	SBU
Gewicht	kg	2,6
Anschlüsse	–	Klemmring 15 mm
Maximaler Betriebsdruck	bar	6
K_{VS}-Wert 3-Wege-Ventil	–	4,5
Elektrothermischer Antrieb	–	stromlos geschlossen
Leistung	W	2,5

Tab. 30 Technische Daten SBU

3-Wege-Umschaltventil UV 1

Bild 83 3-Wege-Umschaltventil UV 1

Für die Umschaltung zwischen zwei Verbrauchern kann auch das 3-Wege-Ventil UV 1 mit einem Synchronmotor und Federrückstellung verwendet werden.

3-Wege-Umschaltventil	Einheit	UV 1
Anschlüsse	Zoll	Rp 1
Maximale Durchflusstemperatur	°C	95[1)]
Maximale Umgebungstemperatur	°C	50
Spannung	V/Hz	230/50

Tab. 31 Technische Daten UV 1

1) Kurzzeitig 110 °C

HINWEIS:
Ventil nur im Rücklauf einbauen. Der Weg AB - B ist stromlos offen.

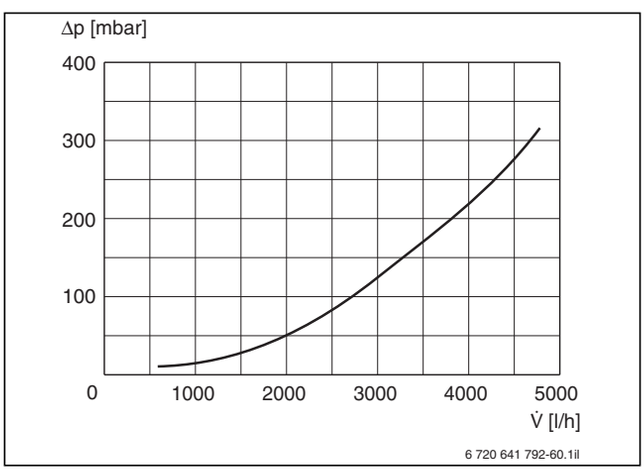


Bild 84 Druckverlust UV 1

Δp Druckverlust des 3-Wege-Umschaltventils
V̇ Volumenstrom

5.4.3 Solarbaugruppe SBH, Umschaltventil DWU 1 zur Heizungsunterstützung

Bild 85 SBH

Das Modul SBH ist eine kompakte Baugruppe für die Rücklaufeinbindung und besteht aus einem 3-Wege-Ventil mit elektrothermischem Antrieb, Verrohrung und Wärmedämmung. Die Montage kann wahlweise senkrecht oder waagerecht erfolgen.

Zur Ansteuerung des elektrothermischen Antriebes kann die Regelung TDS 050, TDS 300 oder das Solarmodul ISM 2 eingesetzt werden. Temperaturfühler sind nicht im Lieferumfang des Moduls SBH enthalten. In Verbindung mit der Regelung TDS 300 werden zusätzlich 2 Temperaturfühler benötigt.

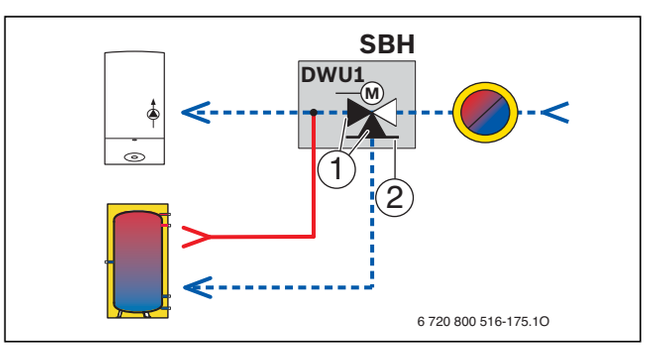


Bild 86 Hydraulische Einbindung Hydraulikmodul SBH

DWU1 3-Wege-Ventil
SBH Baugruppe SBH

[1] Schaltende Ausgänge
[2] Ausgang stromlos geschlossen

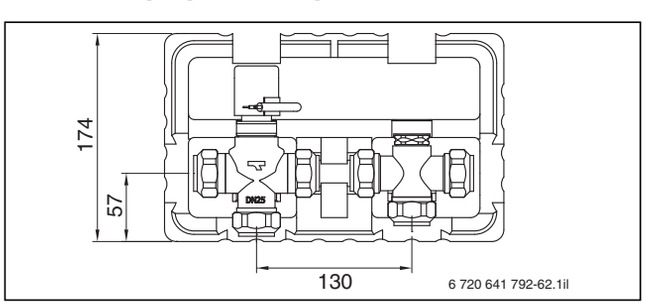


Bild 87 Abmessungen Hydraulikmodul SBH (Maße in mm)

Hydraulikmodul	Einheit	SBH
Gewicht	kg	1,8
Anschlüsse	–	Klemmring 22 mm
Maximaler Betriebsdruck	bar	6
K_{VS}-Wert 3-Wege-Ventil	–	4,5
Elektrothermischer Antrieb	–	stromlos offen
Leistung	W	2,5

Tab. 32 Technische Daten Hydraulikmodul SBH

HINWEIS:
Druckverlust (DWU 20) (→ Bild 91, Seite 86)

TDS 050 R mit Rücklaufwächter

Wenn in einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung die Rücklaufeinbindung nicht über das Solarmodul ISM 2 oder Solarregler TDS 300 geregelt werden kann, kommt ein Rücklaufwächter zum Einsatz.

Zum Lieferumfang TDS 050 R mit Rücklaufwächter gehören:

- Ein Solarregler TDS 050 (Temperaturdifferenzregler)
- Ein 3-Wege-Umschaltventil DWU (¾")
- 2 Speichertemperaturfühler:
  NTC 10K, Ø9,7 mm, 3,1 m-Kabel und
  NTC 20K, Ø6 mm, 2,5 m-Kabel

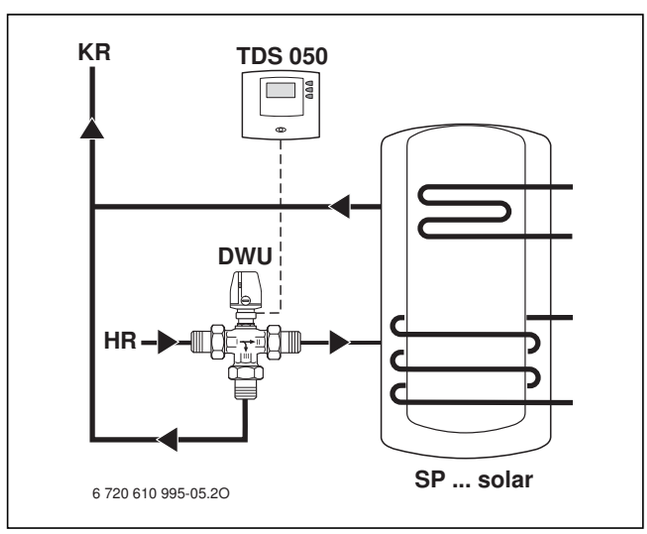


Bild 88 Lieferumfang TDS 050R mit Rücklaufwächter

DWU 3-Wege-Umschaltventil
HR Rücklauf vom Heiznetz
KR Rücklauf zum Heizgerät
SP... -solar Solar-Kombispeicher
TDS 050 Solarregler

3-Wege-Umschaltventil DWU

Bild 89 DWU

Das 3-Wege-Umschaltventil dient zur Ansteuerung des solaren Heizkreises bei solarer Heizungsunterstützung oder als Umschaltventil für 2 Verbraucheranlagen.

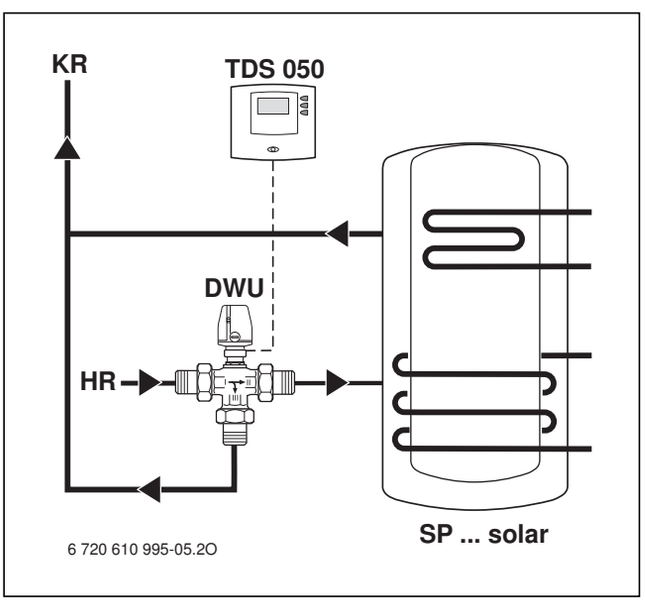


Bild 90 Solare Heizungsunterstützung mit SP... solar

DWU	3-Wege-Umschaltventil
HR	Rücklauf vom Heiznetz
KR	Rücklauf zum Heizgerät
SP...-solar	Solar-Kombispeicher (Tank in Tank)
TDS 050	Solarregler (oder über ISM2/TDS 300)

Im **stromlosen Zustand** ist beim DW der Weg von **I nach III frei** (Winkelabgang). Im **bestromten Zustand** ist der Weg von **I nach II** frei (Durchgang).

Technische Daten

Stellantrieb für 3-Wege-Umschaltventil	
Spannungsversorgung	230 V AC
Nennstrom	0,03 A
Leistungsaufnahme	2,5 W
Laufzeit	ca. 3 min
Schließkraft	ca. 120 N
Schutzart (bei senkrechter Montage)	IP 44
Schutzklasse	II

Tab. 33 Technische Daten Stellantrieb für DWU ...

3-Wege-Umschaltventil	DWU 20	DWU 25
k_{VS}-Wert	4,5	6,5
Nennweite (lichte Weite)	DN 20	DN 25
Anschlussverschraubung	R ¾ "	R 1"
Schlüsselweite	SW 37	SW 46
Zulässige Druckdifferenz[1)]	750 mbar	500 mbar

Tab. 34 Technische Daten DWU ...

1) Bei dichtem Abschluss des Ventiltellers.

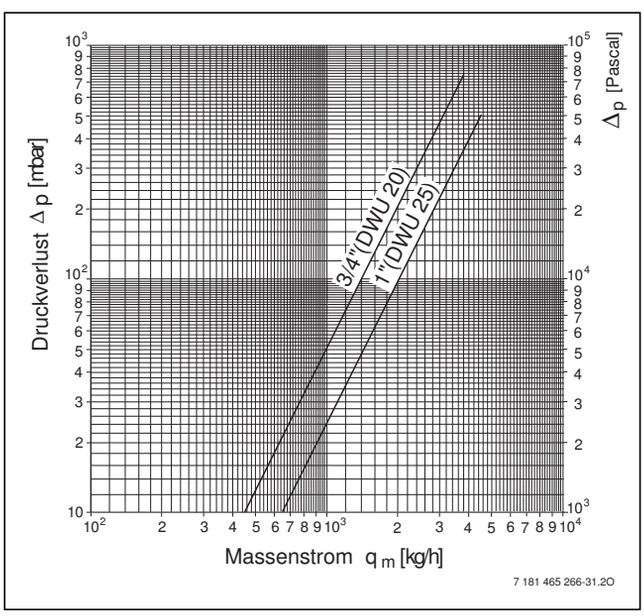


Bild 91 Druckverlust DWU 20 und DWU 25 (Wasser)

Solare Heizungsunterstützung durch Rücklaufeinbindung

Die Einbindung der Solarwärme zur Unterstützung der Raumbeheizung erfolgt hydraulisch über ein 3-Wege-Umschaltventil. Wenn die Temperatur im Pufferspeicher um einen einstellbaren Wert über der Heizkreis-Rücklauftemperatur liegt, öffnet das 3-Wege-Umschaltventil in Richtung Pufferspeicher. Der Pufferspeicher erwärmt das von der Heizfläche (Heizkreise und Warmwasserbereiter) zurück fließende Heizwasser. Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Pufferspeicher und Heizkreis-Rücklauf einen eingestellten Wert unterschreitet, schaltet das 3-Wege-Umschaltventil in Richtung Wärmeerzeuger und beendet die Speicherentladung.

In Verbindung mit einem Umschaltventil und zwei Temperaturfühlern kann die Regelung der Rücklaufeinbindung mit dem Funktionsmodul ISM 2 oder dem Solarregler TDS 300 realisiert werden.

Zur hydraulischen Umschaltung des Rücklaufes kann die Solarbaukasten-Gruppe SBH, das 3-Wege-Ventil UV 1 und DWU verwendet werden. Als Auswahlkriterium den Anlagenvolumenstrom berücksichtigen.

Eine Alternative ist eine autarke Temperaturdifferenzregelung TDS 050 (→ Bild 90, Seite 86 oder Bild 92, Seite 87), die unabhängig vom Regelsystem des Heizkessels oder der Solaranlage arbeitet.

Um einen optimalen Solarertrag zu gewährleisten, ist die Heizfläche mit einer möglichst niedrigen Systemtemperatur zu dimensionieren. Die geringsten Betriebstemperaturen benötigt eine Flächenheizung (z. B. Fußbodenheizung). Zur Vermeidung unnötig hoher Rücklauftemperaturen alle Heizflächen gemäß DIN 18380 (VOB Teil C) abgleichen. Hydraulisch nicht abgeglichene Heizflächen können den Solarertrag deutlich reduzieren.

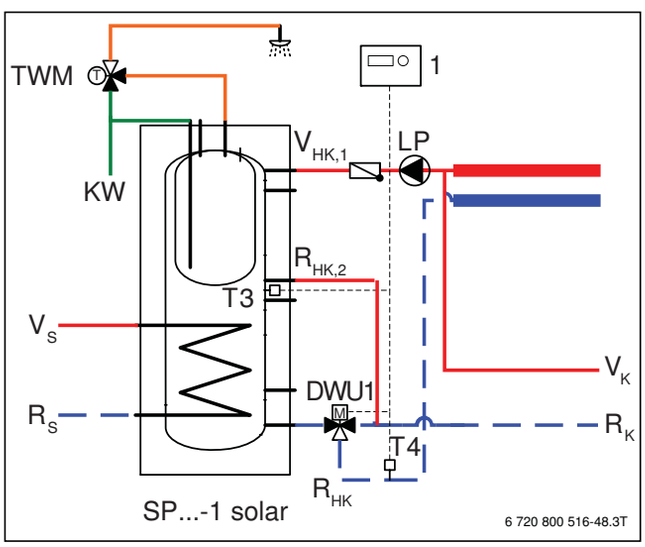


Bild 92 Rücklaufeinbindung mit Rücklaufwächter am Beispiel Kombispeicher SP...-1 solar

KW	Kaltwassereintritt
LP	Speicherladepumpe
$R_{HK,2}$	Heizungsrücklauf
R_{HK}	Rücklauf Heizkreis
R_S	Speicherrücklauf (solarseitig)
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
T3	Speichertemperaturfühler
T4	Temperaturfühler Heizungsrücklauf
DWU1	3-Wege-Ventil in Solarbaugruppe SBH oder DWU1, UV1
$V_{HK,1}$	Heizungsvorlauf für Warmwasserbereitung
V_S	Speichervorlauf (solarseitig)
1	Regelgerät ISM 2, TDS 300 oder TDS 050

5.4.4 Solarbaugruppe SBL zur Umladung

Bild 93 Umlademodul SBL

Das Umlademodul SBL ist eine kompakte Baugruppe mit einer Trinkwasserpumpe für die Umschichtung eines Speichers oder für die Umladung zwischen 2 seriell geschalteten Warmwasserspeichern. Das Umlademodul SBL ist geeignet für Anlagen mit einem Vorwärmvolumen mit maximal 750 l Inhalt.

Das Umlademodul SBL besteht aus Trinkwasserpumpe, Thermometer, Schwerkraftbremse, Absperrungen, Wärmedämmung und Klemmringanschlüssen für 15 mm Kupferrohr. Für die Umrüstung auf 18 mm oder 22 mm ist ein Zubehör-Set erhältlich. Die Montage erfolgt senkrecht.

Zur Ansteuerung der Pumpe können die Solarregler TDS 050 (keine Funktion nach DVGW-Arbeitsblatt W551), TDS 300 sowie das Solarmodul ISM eingesetzt werden. In Verbindung mit TDS 300 werden hydraulikabhängig ein oder 2 zusätzliche Speichertemperaturfühler (SF4) benötigt.

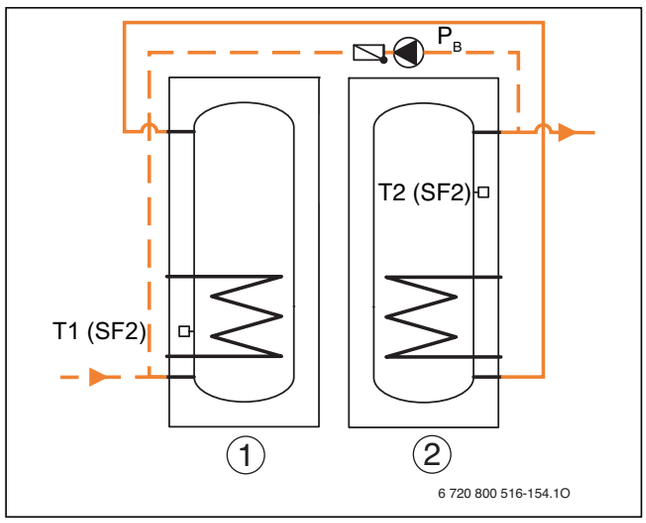


Bild 94 Umladung bei Speicherreihenschaltung

P_B	Umladepumpe
T1 (SF2)	Speichertemperaturfühler (unten)
T2 (SF2)	Speichertemperaturfühler (oben; optional)
[1]	Vorwärmspeicher
[2]	Bereitschaftsspeicher

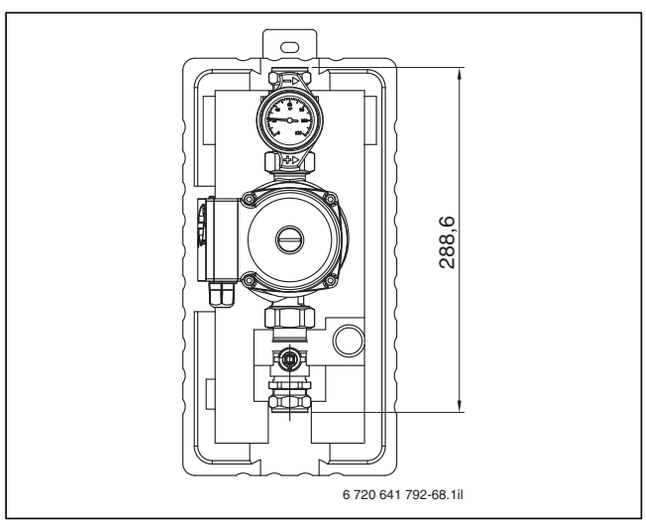


Bild 95 Abmessungen SBL (Maße in mm)

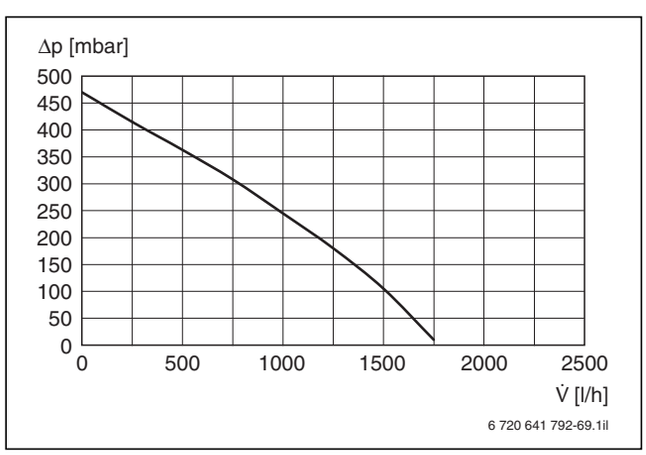


Bild 96 Restförderhöhe SBL

Δp	Verfügbare Restförderhöhe
V̇	Volumenstrom

Umlademodul	Einheit	SBL
Gewicht	kg	3,0
Anschlüsse	–	Klemmring 15 mm
Maximaler Betriebsdruck	bar	10

Tab. 35 Technische Daten SBL

5.4.5 Solar-Baugruppe SBT zur Systemtrennung

Bild 97 Hydraulikmodul SBT (ohne Abdeckung) kombiniert mit Pumpengruppe AGS 5

Das Modul SBT Systemtrennung ermöglicht die solare Beladung eines konventionellen Pufferspeichers (Heizwasser) ohne innenliegenden Wärmetauscher.

WARNUNG:
Die Verwendung in Trinkwasser-Installationen ist nicht zulässig.

Die Baugruppe enthält einen Wärmetauscher, Sekundärkreispumpe, Absperrung und eine zweiteilige Wärmedämmung für schnelle und einfache Montage. Mit dem integrierten Volumenstrombegrenzer lässt sich der Sekundärvolumenstrom gleich dem Primärvolumenstrom einstellen.

Der Abstand der Rohranschlüsse entspricht dem der 2-Strang-Komplettstationen AGS 5 oder AGS 10, sodass das Modul mit Hilfe von Kupferrohrenden direkt unterhalb der AGS oder unterhalb des Umschaltmoduls SBU installiert werden kann. In Verbindung mit AGS 10 wird ein Klemmring-Set 22 mm (Zubehör) benötigt. Der Einsatzbereich der SBT-Systemtrennung ist auf Solaranlagen mit maximal 8 Flachkollektoren oder 72 Vakuumröhren (VK-140/280-1) begrenzt.

Zur Ansteuerung der Sekundärkreispumpe kann das Solarmodul ISM 2 oder die Solarregelung TDS 300 eingesetzt werden. In Verbindung mit TDS 300 wird ein zusätzlicher Speichertemperaturfühler (Temperaturfühler SF4 als TD) benötigt.

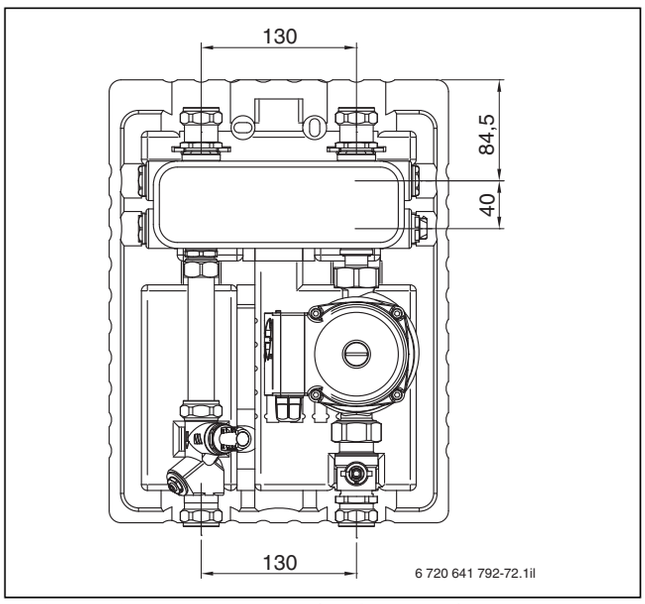


Bild 98 Abmessungen SBT (Maße in mm)

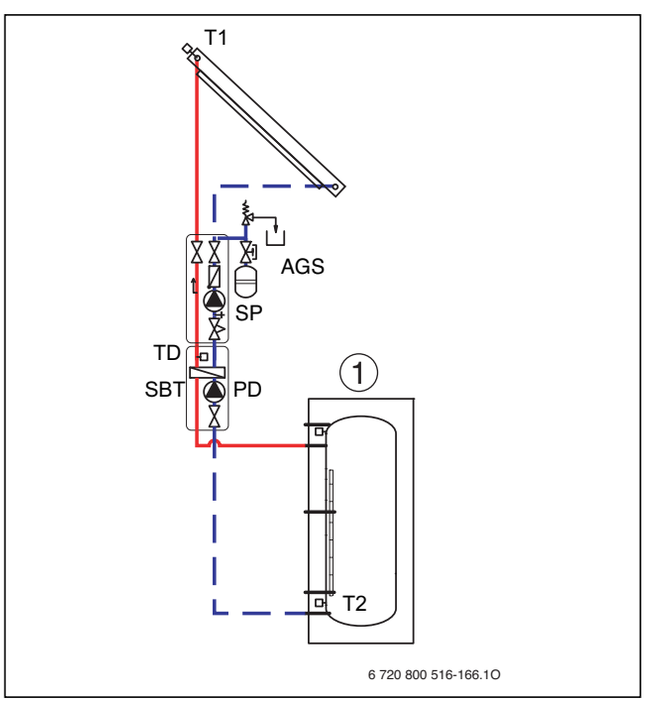


Bild 99 Anschlussschema SBT

AGS Solarstation AGS...
PD Pumpe (sekundär)
SBT Hydraulikmodul Systemtrennung
SP Solarpumpe
TD Temperaturfühler WT
T1 Kollektortemperaturfühler
T2 Temperaturfühler Solarspeicher (unten)
[1] Pufferspeicher

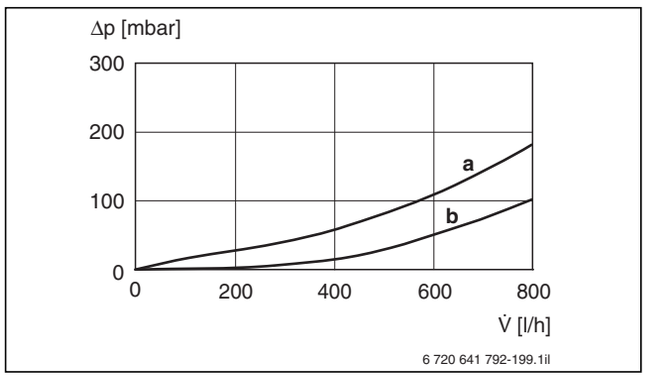


Bild 100 Druckverlust Hydraulikmodul SBT

a Sekundärkreis
b Primärkreis
Δp Druckverlust
V̇ Volumenstrom

Hydraulikmodul	Einheit	SBT
Gewicht	kg	7,5
Anschlüsse	–	Klemmring 15 mm
Maximaler Betriebsdruck	bar	6
Pumpe		**UPS 15...40**
Betriebsspannung		230 V, 50 Hz
Betriebsleistung Stufe 1/2/3	W	30/45/60
Schutzklasse		IP 44
Durchflussbegrenzer		
Einstellbereich	l/min	2...16

Tab. 36 Technische Daten Hydraulikmodul SBT

Regelung von Solaranlagen bei Verwendung externer Wärmetauscher für die Beladung von Speichern

Die Anlagenhydraulik in Bild 101 wird gewählt, wenn:

- Einem relativ kleinen Solarspeicher mit einer hohen Trinkwasserabnahme eine relativ große Brutto-Kollektorfläche gegenübersteht
- Bei mehreren Solarspeichern (Pufferspeichern) nur eine gemeinsame Wärmeübertragung realisiert werden soll, z.B. bei Großanlagen mit mehreren Pufferspeichern
- Bei einem vorhandenen Pufferspeicher eine Solaranlage nachgerüstet werden soll

In den ersten beiden Fällen ist eine hohe Wärmetauscherleistung erforderlich, die von speicherintegrierten Wärmetauschern nicht erbracht werden kann.

Hydraulisch wird auf der Sekundärseite des Wärmetauschers eine weitere Pumpe erforderlich, die geregelt werden muss. Diese Funktion ist mit ausgewählten Hydrauliken des Solarreglers TDS 300 oder mit dem Solarmodul ISM 2 umsetzbar.

Mit dem ISM 2 lässt sich der zweite Verbraucher, z. B. ein Pufferspeicher oder eine Schwimmbadbeheizung, über eine Systemtrennung einbinden.

Bei dieser Anlagenhydraulik muss auf einen guten hydraulischen Abgleich zwischen der Primär- und der Sekundärseite des Wärmetauschers geachtet werden.

Bei dem hydraulischen Abgleich auf die Dimensionierung und der sich daraus ergebenden Volumenströmen achten.

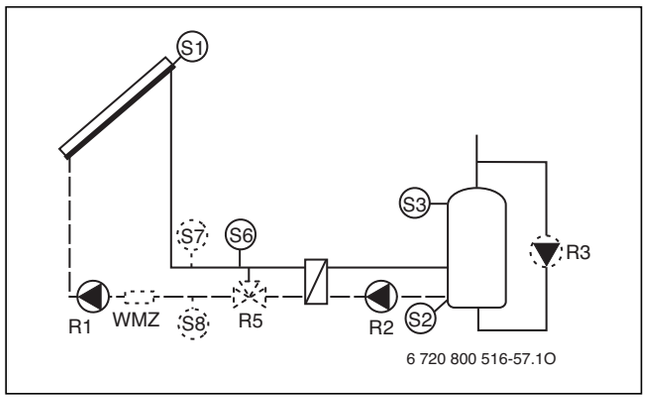


Bild 101 Hydraulikschema 1-D des Solarreglers TDS 300 (→ Tabelle 23, auf Seite 64 ff.) für die Speicherbeladung über einen externen Wärmetauscher

R1 Pumpe SP Solarkreis
R2 Pumpe PD Wärmetauscher
R3 Pumpe PE thermische Desinfektion (Option)
R5 Ventil DWUD Vereisungsschutz (Option)
S1 Temperaturfühler (T1) Kollektor
S2 Temperaturfühler (T2) Solarspeicher unten
S3 Temperaturfühler Solarspeicher oben (erforderlich für Abschaltung bei 95 °C)
S6 Temperaturfühler (TD) Wärmetauscher extern
S7 Temperaturfühler Wärmemengenzähler WMZ Vorlauf (Option)
S8 Temperaturfühler Wärmemengenzähler WMZ Rücklauf (Option)
WMZ Wärmemengenzähler (Option)

5.4.6 Solar-Baugruppe SBT-2, Solarstation mit Systemtrennung für größere Solaranlagen

Bild 102 Hydraulikmodul SBT-2

Bei größeren Solaranlagen, bei denen mehrere zentrale Pufferspeicher zur Energiespeicherung notwendig sind, empfehlen wir eine Systemtrennung.

Dafür gibt es folgende Gründe:

- Wirtschaftliche Gründe
  - Pufferspeicher können ohne zusätzlich integrierten Solar-Wärmetauscher verwendet werden
- Energetische Gründe
  - Ein Plattenwärmetauscher ermöglicht durch eine größere Fläche und einen besseren Wärmeübertrag ein geringeres log ΔT (geringerer Temperaturunterschied zwischen Solarflüssigkeit und Pufferspeichermedium)
- Geringerer Montageaufwand
  - Pufferspeicher können unter Umständen einfacher installiert werden, z.B. nach einem Master-Slave-Prinzip

Das Hydraulikmodul SBT-2 ist ein Hydraulikmodul speziell für diesen Einsatz und ist prinzipiell eine Solarstation mit Trennstation in einer Einheit mit Primärkreispumpe (Solarpumpe) und Sekundär-Pumpe (Pufferspeicher-Pumpe), Sicherheitsgruppe, Plattenwärmetauscher und einem Sekundär-Durchflussbegrenzer.

Ein Solar-Ausdehnungsgefäß, Vorschaltgefäß und ein Durchflussbegrenzer oder Flowsensor für den Solarkreis sind zusätzlich einzuplanen.

Der zusätzliche Temperaturfühler am Plattenwärmetauscher NTC 10K ist bereits installiert.

Der vormontierte Temperaturfühler (NTC 10K bei 25 °C) in der Beladestation SBT ist ausschließlich auf den Regler BS 500s abgestimmt. Wenn ein anderer Regler verwendet wird, ist ein Fühler bauseits am Vorlauf der Primärseite zu montieren.

Für Kollektoranlagen bis 220 m² Flachkollektorfläche sind 5 Leistungsgrößen verfügbar.

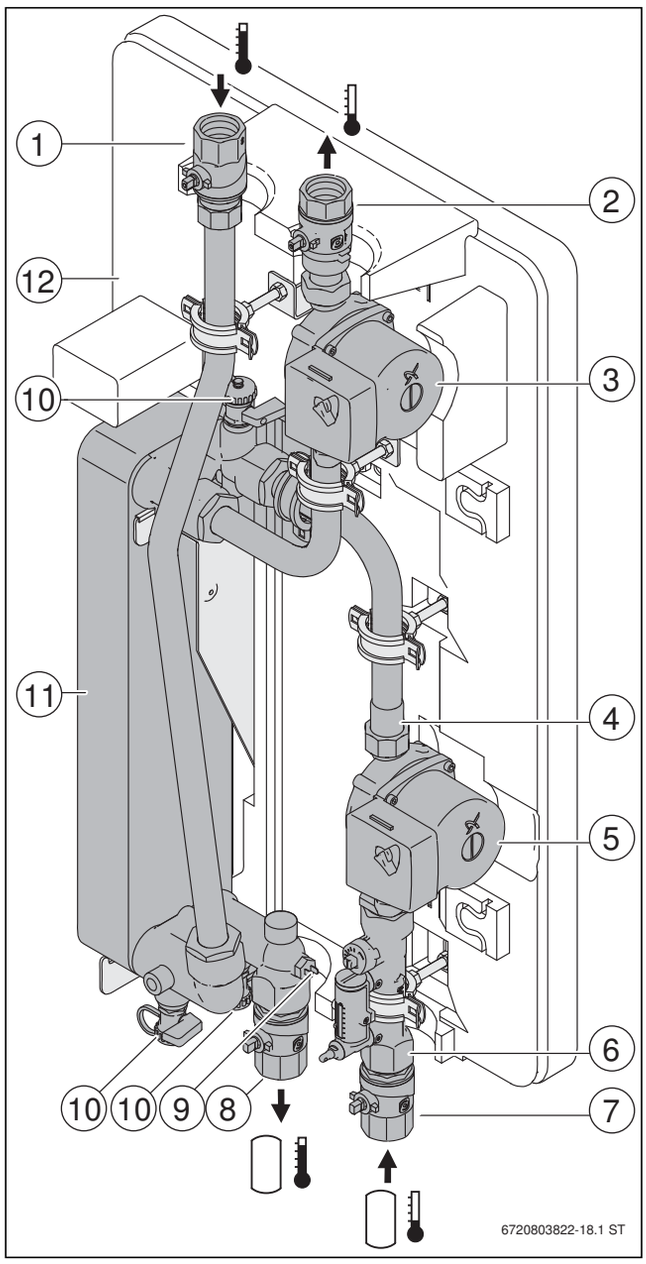


Bild 103 Beladestation ohne vorderen Wärmeschutz

[1] Anschluss vom Kollektorfeld (Vorlauf)
[2] Anschluss zum Kollektorfeld (Rücklauf)
[3] Pumpe Solarkreis (primär)
[4] Schwerkraftbremse (integriert)
[5] Pumpe zur Pufferbeladung (sekundär)
[6] Durchflussbegrenzer (zum Einstellen des sekundären Volumenstroms)
[7] Anschluss vom Pufferspeicher (Kugelhahnstellung mit Lack gesichert)
[8] Anschluss zum Pufferspeicher (Kugelhahnstellung mit Lack gesichert)
[9] Temperaturfühler NTC 10K
[10] Füll- und Entleerhahn (3x)
[11] Wärmetauscher (überträgt die Wärme vom Solarkreis auf den Pufferspeicherkreis)
[12] Hinterer Wärmeschutz

Eine Schwerkraftbremse ist auf der Druckseite der Pufferspeicherpumpe (RL sekundär) integriert.

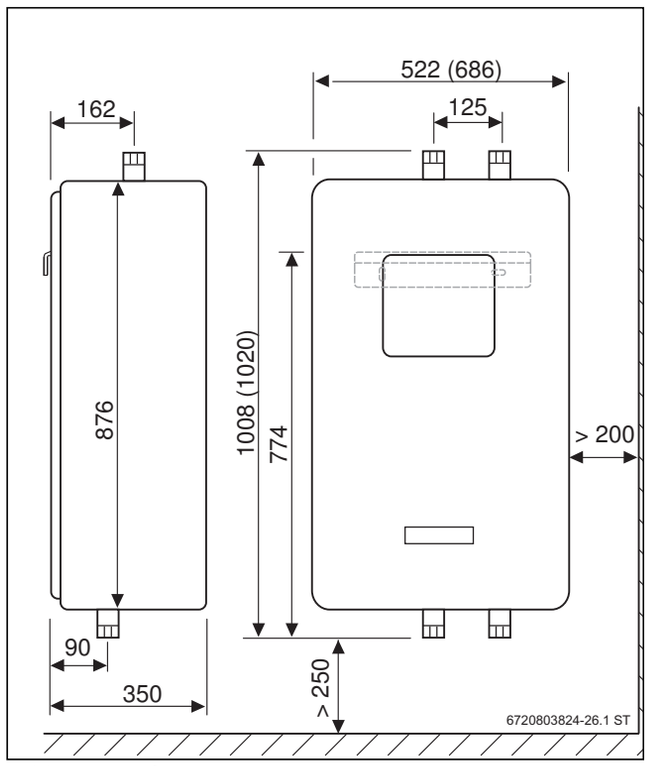


Bild 104 Maße in mm

Das Maß 686 mm in Klammern gilt für die Beladestationen SBT 100-2, 160-2 und 220-2. Das Maß 1020 mm in Klammer gilt für die Stationen SBT 160-2 und 220-2.

Durchflussbegrenzer sind in den folgenden Größen im Zubehörprogramm verfügbar:

- SBT 35/65-2 1", 8...40 l/min. (8718533092)
- SBT 100/160/220-2 1 ½" 30...120 l/min. (8718533093)

Die Montageposition ist beliebig. Wir empfehlen, den Durchflussbegrenzer im Rücklauf direkt über der SBT-2 zu montieren.

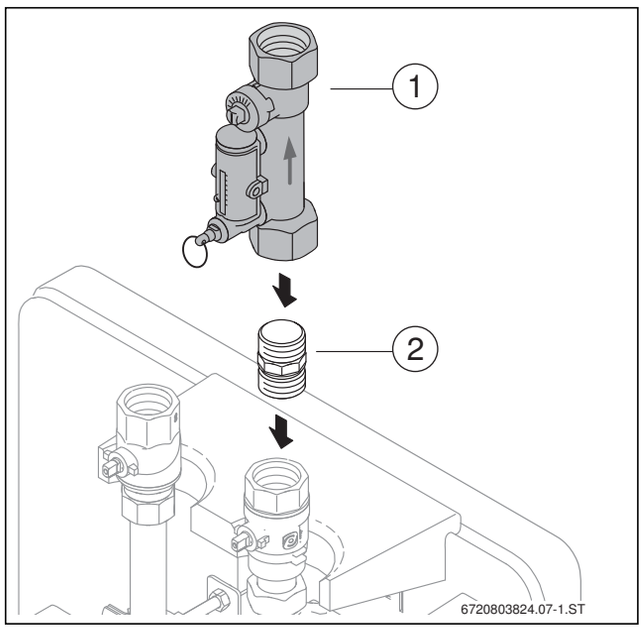


Bild 105 Beispiel: Durchflussbegrenzer im Rücklauf

[1] Durchflussbegrenzer
[2] Doppelnippel (bauseits)

Wenn der Solarregler BS 500 verwendet wird, kann alternativ ein Grundfos Direct Sensors™ verwendet werden.

Folgende Typen der Firma Grundfos können am BS 500 angeschlossen werden:

- VFS 1...20 bis 20l/min
- VFS 2...40 bis 40l/min
- VFS 5...100 bis 100l/min
- VFS 10...200 bis 200 l/min

Die Sicherheitsgruppe mit Manometer, Anschluss SAG, Sicherheitsventil und einer Entleerung ist im Lieferumfang der SBT-2 enthalten.

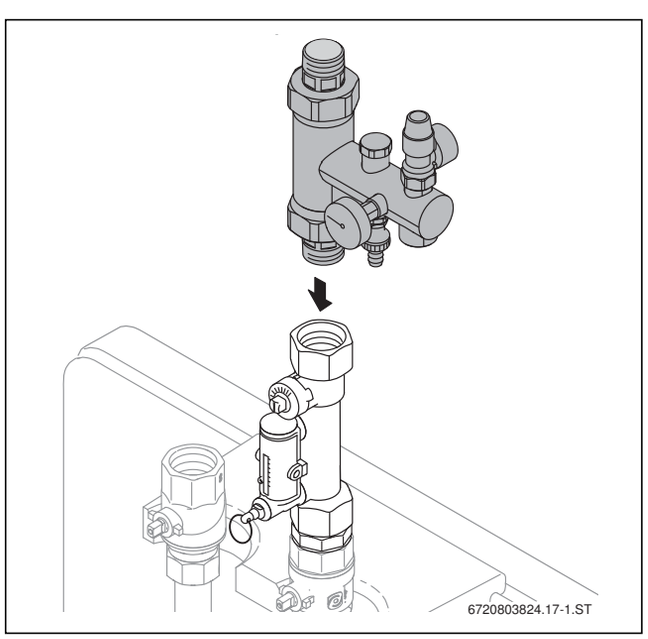


Bild 106 Sicherheitsgruppe montieren

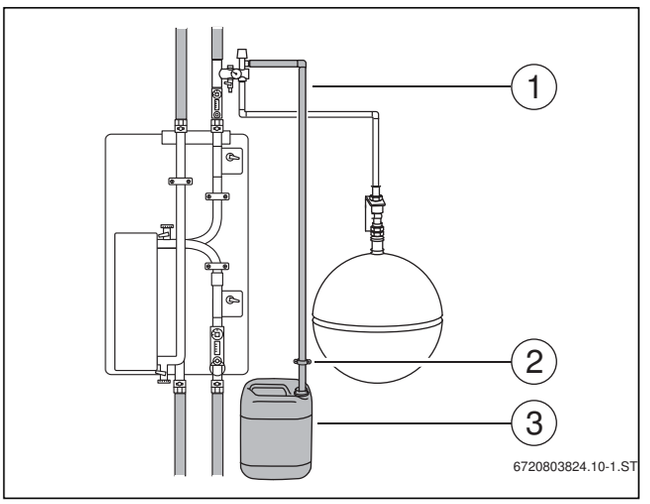


Bild 107 Rohrleitung und Abblaseleitung montieren

[1] Abblaseleitung (bauseits)
[2] Rohrschelle (bauseits)
[3] Leerer Kanister (Auffangbehälter)

Sollte die SBT-2 nicht an der Wand befestigt werden können, steht auch ein Montageständer für die Montage neben den Pufferspeichern zur Auswahl.

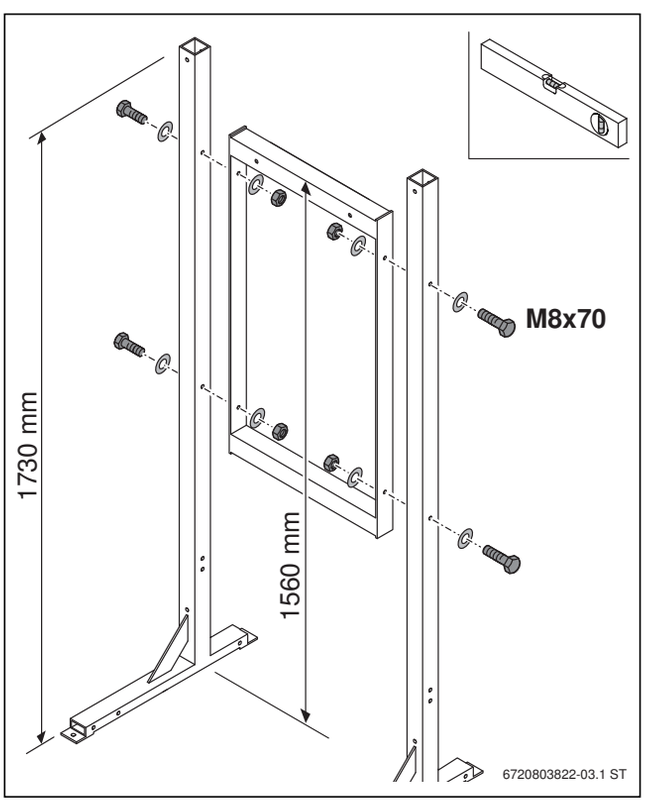


Bild 108 Ständer und Rahmen montieren

Die Auswahl der SBT-2 für ein Kollektorfeld erfolgt nach der Kollektor-Aperturfläche (und dem damit notwendigen Nennvolumenstrom).

Beispiel:

3 Reihen à 8 FKT-2 = 24 x FKT-2

(Nennvolumenstrom: 24 x 50l/h = 1200 l/h oder 20 l/min)

Auswahl: SBT 65-2

	Einheit	SBT 35-2	SBT 65-2	SBT 100-2	SBT 160-2	SBT 220-2
Maximale Kollektorfläche (A_{coll})	m^2	35	65	100	160	220
Maximale Kollektoranzahl Typ FKC-2		16	29	44	71	98
Maximale Kollektoranzahl Typ FKT-2		14	27	41	66	91
Maximale Kollektoranzahl Typ VK140-1		28	50	78	124	172
Maximale Kollektoranzahl Typ VK230-1		26	49	75	120	165
Maximale Kollektoranzahl Typ VK280-1		14	25	39	62	86
Nennleistung (P_{nom})						
Primär: 70 °C/50 °C	kW	19	35	52	83	115
Sekundär: 64 °C/44 °C	kW	19	35	52	83	115
Nennvolumenstrom maximal						
Primär	l/min	15	28	42	67	92
Sekundär	l/min	13	25	37	60	82
Zulässige Betriebstemperatur (T_{max})						
Primär	°C	120	120	120	120	120
Sekundär	°C	95	95	95	95	95
zulässiger Betriebsdruck (p_{max})	bar	10	10	10	10	10
Sicherheitsventil Größe	DN	20	20	20	2 x 20	2 x 20
Sicherheitsventil-Ansprechdruck	bar	6	6	6	6	6
Pumpen Solarkreis (primär)		UPS 25-120	UPS 25-120	UPS 25-100	UPS 32-100	UPS 32-100
Pumpen zur Pufferbeladung (sekundär)		UPS 25-80	UPS 25-80	UPS 25-80	UPS 25-80	UPS 25-80
Spannungsversorgung (Net)	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Maximale Leistungsaufnahme im Betrieb						
Primär	W	230	230	330	345	345
Sekundär	W	192	192	192	192	192
Maximale Stromaufnahme Pumpe primär	A	0,99	0,99	1,45	1,51	1,51
Maximale Stromaufnahme Pumpe sekundär	A	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Anschluss für das Ausdehnungsgefäß	DN	25 (Rp1)	25 (Rp1)	25 (Rp1)	25 (Rp1)	25 (Rp1)
Anschlüsse Beladestation oben	DN	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)	40 (Rp 1½)	40 (Rp 1½)
Anschlüsse Beladestation unten	DN	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)	32 (Rp 1¼)
Inhalt (primär/sekundär)	l	1,2/1,3	1,9/2,0	2,8/2,9	4,6/4,7	6,6/6,7
Gewicht (m)	kg	36	38	42	50	56

Tab. 37 Technische Daten

Restförderhöhe Pumpe Solarkreis (primär)

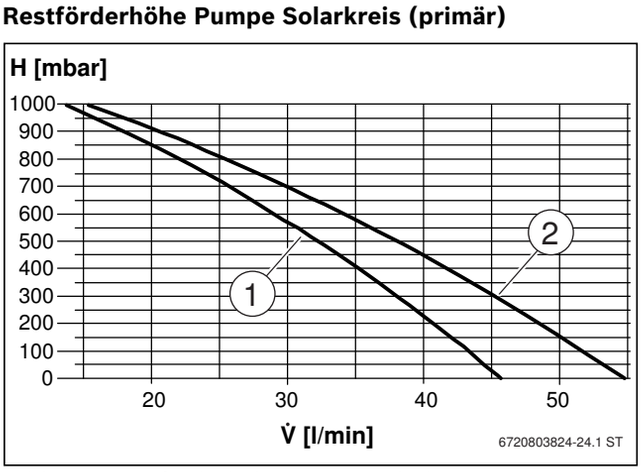


Bild 109 Restförderhöhe Pumpe Solarkreis

[1] SBT 35-2
[2] SBT 65-2

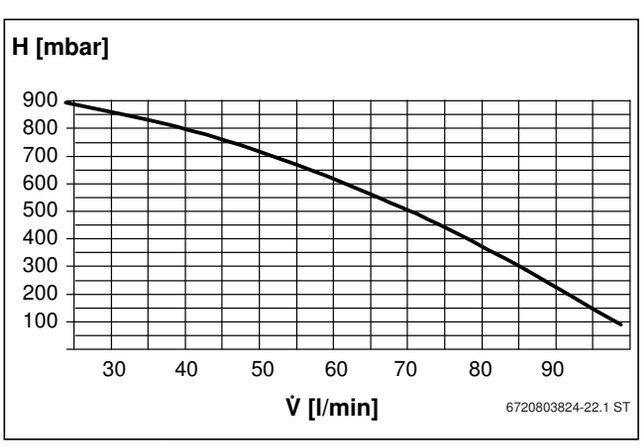


Bild 110 Restförderhöhe Pumpe Solarkreis: SBT 100-2

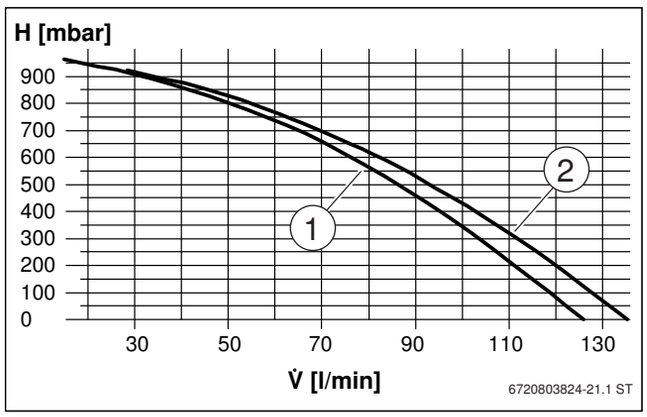


Bild 111 Restförderhöhe Pumpe Solarkreis

[1] SBT 160-2
[2] SBT 220-2

Restförderhöhe Pumpe zur Pufferbeladung (sekundär)

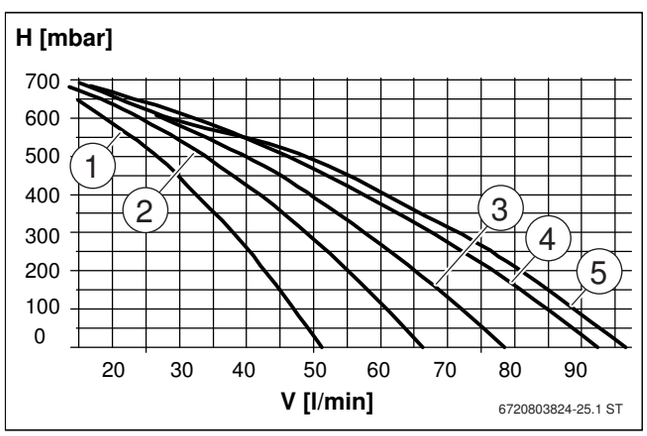


Bild 112 Restförderhöhe Pumpe Pufferbeladung

[1] SBT 35-2
[2] SBT 65-2
[3] SBT 100-2
[4] SBT 160-2
[5] SBT 220-2

Bei der Anlagenplanung ist die maximale Stromaufnahme der Solarpumpe (primär) zu beachten. Je nach verwendeten Solarreglern muss zusätzlich ein bauseitiger Industrieschütz (z.B. Firma Finder, Nr. 22.32.0.230.1320) zum Schutz vor den hohen Pumpenleistungen vorgesehen werden.

Maximale Stromaufnahme Solarregler:

- BS 500/TDS 300 = 1,1 A (ab SBT 100-2 ist ein Schütz notwendig)
- ISM 1/2 = maximal 0,52 A (ab SBT 35-2 ist ein Schütz notwendig)

Die Drehzahlregelung der Primärkreispumpe am Solarregler bei der Verwendung eines Schützes im Regler deaktivieren.

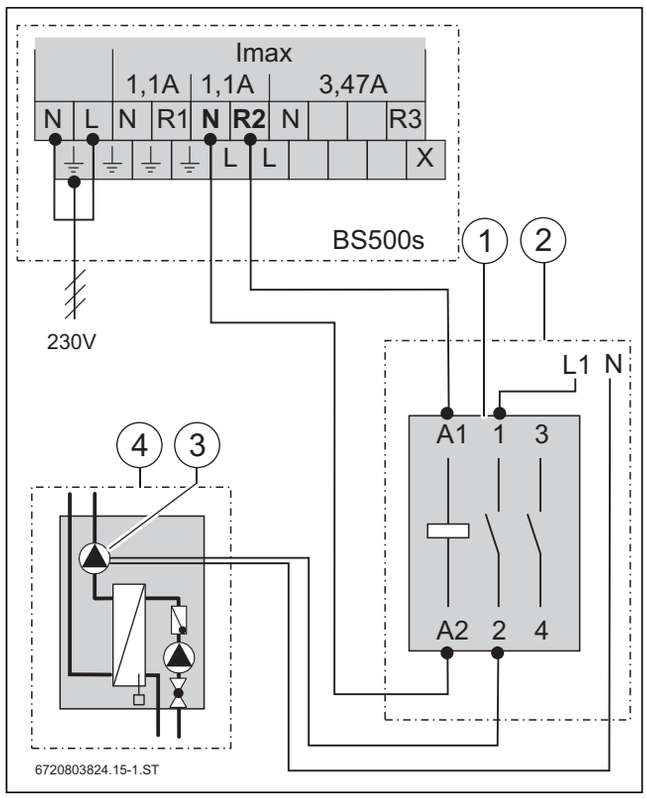


Bild 113 Schutz des Solarreglers am Beispiel des BS 500s

[1] Industrieschütz
[2] Steuergerät
[3] Primärkreispumpe (Solarkreis):
UPS 25-100, SBT 100-2 (maximal = 1,45 A)
UPS 32-100, SBT 160-2, 220-2 (maximal = 1,51 A)
[4] Beladestation

5.4.7 Solar-Baugruppe SBS und SWT zur Schwimmbadbeheizung

Für die Schwimmbadbeheizung in Verbindung mit Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und gegebenenfalls Heizungsunterstützung werden ebenfalls externe Wärmetauscher verwendet. Die Schwimmbadwärmetauscher SWT 6 und SWT 10 werden parallel zur Schwimmbadfilterpumpe eingesetzt. Der Schwimmbadwärmetauscher SBS wird in Reihe im Schwimmbadkreislauf eingesetzt.

Das Modul ISM 2 bietet die Möglichkeit, ein Schwimmbad als zweiten Verbraucher über eine Systemtrennung mit Solarwärme zu beheizen. Der Solarregler steuert die Sekundärkreispumpe, die schwimmbadwassergeeignet sein muss.

Der Solarregler TDS 300 bietet 6 Hydraulikvarianten für die Schwimmbadbeheizung an. Ein zusätzlicher Temperaturfühler S4, der auf der Primärseite vor dem Wärmetauscher installiert wird, dient dem verzögerten Einschalten der Sekundärkreispumpe. Die Pumpe läuft erst dann, wenn der Primärvolumenstrom vor dem Wärmetauscher geeignete Temperaturen erreicht. Wenn sich lange Abschnitte der primärseitigen Rohrleitung im Frostbereich befinden, wirkt der Temperaturfühler S4 in Kombination mit einem Ventil DWUD als Vereisungsschutz für den Schwimmbadwärmetauscher. Bei Temperaturabsenkung unter 10 °C wird die Solarflüssigkeit am Wärmetauscher vorbeigeleitet. Wenn die Vorlauftemperatur 15 °C erreicht, wird die Solarflüssigkeit wieder über den Wärmetauscher geleitet. Für die sichere Betriebsweise sollte der Antrieb des Bypassventils eine Schaltzeit von maximal 45 s haben (z. B. UV 1).

- Plattenwärmetauscher aus Edelstahl
- Wärmedämmschalen abnehmbar
- Wärmeübertragung vom Wärmeträgermedium im Solarkreis auf das Schwimmbadwasser über gegenläufige Flüssigkeitsströme
- Schwimmbadseitiger Anschluss muss über Rückschlagklappe und Wasserfilter abgesichert sein

Der Schwimmbad-Wärmetauscher wird parallel zur konventionellen Beheizung eingebunden. So kann die Solaranlage allein das Schwimmbad versorgen oder gleichzeitig vom Heizkessel unterstützt werden.

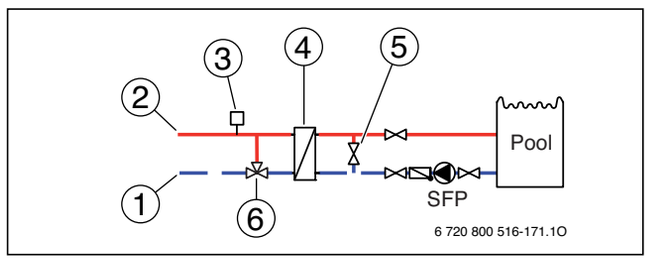


Bild 114 Schwimmbadwärmetauscher SWT ...

SFP Schwimmbad-Filter-Pumpe (sekundär)

[1] Kollektorrücklauf
[2] Kollektorvorlauf
[3] Temperaturfühler TD Wärmetauscher extern
[4] Schwimmbadwärmetauscher SWT...
[5] Reguliereinrichtung (Strangabgleichventil)
[6] Ventil nur „DWU für Vereisungsschutz“ (Option)

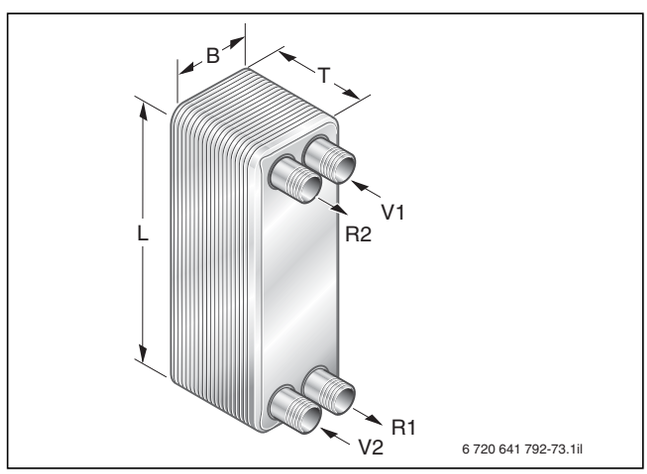


Bild 115 SWT 6 und SWT 10; Abmessungen und technische Daten (→ Tabelle 38, Seite 95)

Schwimmbad-Wärmetauscher	Einheit	SWT6	SWT10
Länge L	mm	208	208
Breite B	mm	78	78
Tiefe T	mm	55	79
Maximalanzahl der Kollektoren	–	6	10
Anschlüsse (Vorlauf/Rücklauf) V/R	Zoll	G ¾ (außen)	G ¾ (außen)
Max. Betriebsdruck	bar	30	30
Druckverlust Primärseite bei einem Volumenstrom	mbar	210	280
	m^3/h	1,5	2,6
Druckverlust Sekundärseite bei einem Volumenstrom	mbar	160	210
	m^3/h	1,5	2,6
Gewicht (netto)	kg	ca. 1,9	ca. 2,5
Wärmetauscherleistung bei Temperaturen	kW	7	12
- Primärseitig	°C	48/31	48/31
- Sekundärseitig	°C	24/28	24/28

Tab. 38 Technische Daten SWT 6 und SWT 10

Schwimmbad-Wärmetauscher SWT

- Hochwertiger Wärmetauscher mit Kunststoff-Gehäuse und Edelstahl-Wellrohr zum Einbau direkt in den Filterkreislauf
- Geeignet für Schwimmbadwasser mit maximal 400 mg/l Chlorid

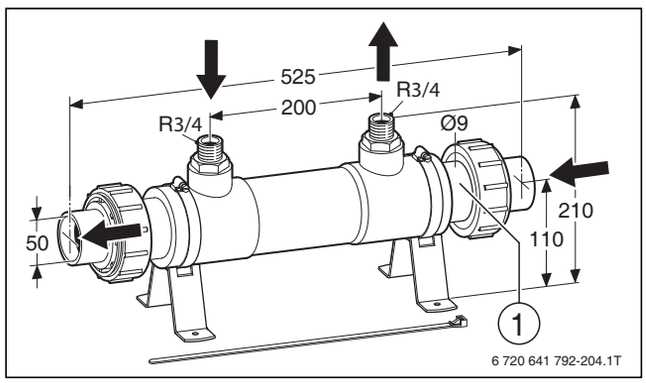


Bild 116 Abmessungen SBS (Maße in mm)

[1] Tauchhülse

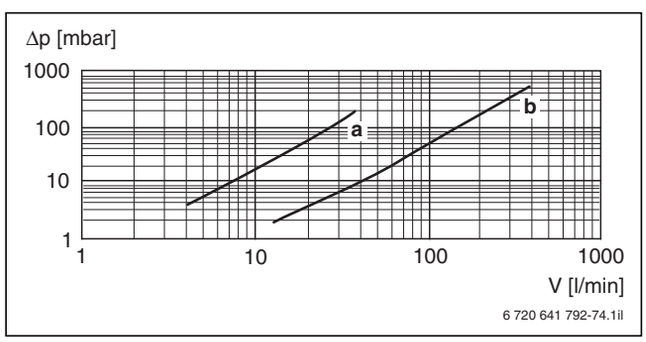


Bild 117 Druckverlust SBS

a Wendel (Solarkreis)
b Gehäuse (Schwimmbadkreis)
Δp Druckverlust
$\dot{V}$ Volumenstrom

Die Filterkreispumpe und die Solarpumpe müssen gleichzeitig in Betrieb sind.

Schwimmbad-Wärmetauscher	Einheit	SBS
Maximalanzahl Flachkollektoren FKC-2, FKT-2	–	10
Maximalanzahl Röhren VK 280/140-1	–	90[1)]
Anschlüsse Solar/Schwimmbad	Zoll	G ¾ / PVC D50
Maximaler Betriebsdruck Solar/ Schwimmbad	bar	6/2,5
Maximale Temperatur Schwimmbadwasser	°C	40
Tauchhülse für Temperaturfühler	mm	9
Gewicht	kg	3,1
Wärmetauscherleistung bei Temperatur	kW	12
Primärseitig	°C	58/36
Sekundärseitig	°C	20/21

Tab. 39 Technische Daten SBS

1) Entspricht 7 x VK 280-1 und 1 x VK 140-1

5.5 Weitere Bauteile

5.5.1 Solarausdehnungsgefäß SAG...

Bild 118 SAG 18

Gerätebeschreibung

- Ausdehnungsgefäß für den Solarkreis

Ausstattung

- Lackierte, druckfeste Verkleidung
- Wandbefestigung
- G ¾-Anschluss

SAG-Größe	FCC/FKC-2	FKT-2
18	2...3	2
25	4...5	3...4
35	6...8	5...6
50	9...10	7...8
80	–	9...10

Tab. 40 Auslegung SAG... Volumen

Die angegebenen Gefäßgrößen sind als Mindestgrößen für übliche Gebäudegrößen zu verstehen. Die anlagenbezogene Gefäßgröße ist planerisch zu ermitteln (→ Kapitel 7.8, Seite 149).

Solarausdehnungsgefäß (Zubehör)		SAG 18	SAG 25	SAG 35	SAG 50	SAG 80
Nennvolumen	l	18	25	35	50	80
Abmessung (Ø × H)	mm	280 × 370	280 × 490	354 × 460	409 × 505	480 × 570
Anschluss	Zoll	G ¾	G ¾	G ¾	R 1	R 1
Gasvordruck (Grundeinstellung)	bar	1,9	1,9	1,9	3,0	3,0
Maximaler Betriebsdruck	bar	8	8	8	10	10

Tab. 41 Technische Daten SAG...

Montagehinweis zu Dachheizzentralen

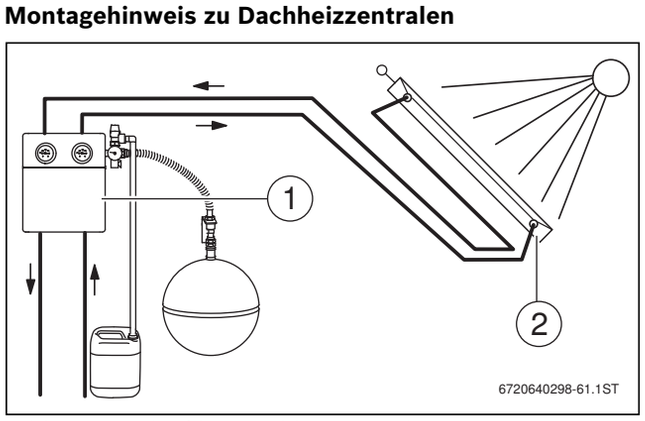


Bild 119 Vorlauf bei Dachheizzentrale

[1] Solarstation

[2] Kollektor-Rücklauf

Die Mindestrohrleitungslänge für den Vor- und Rücklauf zwischen Kollektor und Solarstation muss jeweils 10 m betragen. Die Höhendifferenz zwischen Kollektorfeld-Unterkante und Anschlussleitung des Solarausdehnungsgefäßes muss mindestens 2 m betragen. In einigen Fällen kann die Solarstation nicht unterhalb des Kollektorfelds montiert werden, z.B. bei Dachheizzentralen. Um eine Überhitzung solcher Anlagen zu vermeiden, muss der Vorlauf vom Kollektor erst bis auf Höhe des Kollektor-Rücklaufs verlegt werden und anschließend bis zur Solarstation geführt werden.

Wir empfehlen, ein Vorschaltgefäß zu installieren (→ Kapitel 5.5.2, Seite 98).

5.5.2 Vorschaltgefäß VSG für Solarausdehnungsgefäß (SAG)

Bild 120 VSG

Einsatz von Vorschaltgefäßen

Vorschaltgefäße dienen zum Schutz der Membran des Ausdehnungsgefäßes vor Temperaturen oberhalb der vom Hersteller zugelassenen Grenzen (bauartzugelassenes Gefäß bis 120 °C, wobei die Membran nur für 70 °C ausgelegt ist). Vorschaltgefäße werden zwischen dem Kollektorkreis und dem Ausdehnungsgefäß eingebaut und sind in der Regel kleine Stahlpufferspeicher. Da sie zur Reduzierung der Temperatur dienen, müssen sie so dimensioniert werden, dass auch im Anlagenstillstand mit Verdampfung des Kollektorkreisvolumens eine ausreichende Reduzierung der Temperatur möglich ist.

Solarvorschaltgefäß	Einheit	VSG 6	VSG 12
Nennvolumen	l	6	12
Abmessung (Ø × Höhe)	mm	270 × 160	270 × 270
Anschluss	Zoll	2 × R ¾	2 × R ¾
Maximaler Betriebsdruck	bar	10	10

Tab. 42 Technische Daten Vorschaltgefäße

In Solaranlagen kann sich im Stillstandsfall das Kollektorfeld mit verdampfter Solarflüssigkeit füllen und in das SAG drücken. Die Membran im SAG würde beschädigt oder zerstört werden. Durch den Einbau eines Vorschaltgefäßes vor das Solarausdehnungsgefäß wird die Membran durch die „kalte Vorlage“ geschützt. Hierbei gelten bereits sehr kleine Gefäße von wenigen Litern Inhalt als ausreichend.

Die Einbauempfehlung gilt für Solaranlagen mit kurzen Rohrstrecken zwischen Kollektorfeld und Ausdehnungsgefäß und/oder großer Anlagendimensionierung.

Wir empfehlen bei heizungsunterstützenden Solaranlagen mit Vakuumröhrenkollektoren oder bei solaren Warmwasseranlagen mit einem Deckungsgrad über 60 % den Einbau eines Vorschaltgefäßes, weil die für das Sommerhalbjahr überdimensionierten Solaranlagen oft in Stillstand gehen.

Bei Vakuumröhren-Kollektoranlagen mit einer einfachen Rohrlänge zwischen Solarstation und Kollektor < 10 m ist ebenfalls ein Vorschaltgefäß vorzusehen.

Abstandsmaße

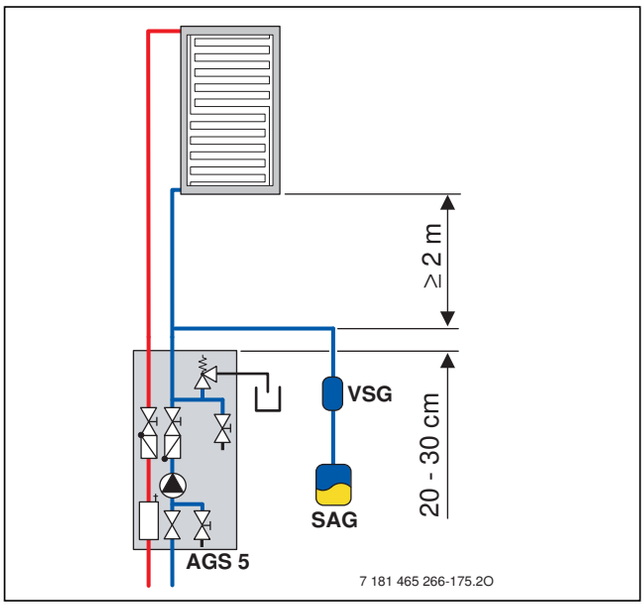


Bild 121 Einbau VSG

ASG 5 Solarstation
SAG Solarausdehnungsgefäß
VSG Solarvorschaltgefäß

Bei Anlagen mit einem Vorschaltgefäß muss das Gefäß mit dem Ausdehnungsgefäß zum Schutz des Sicherheitsventils vor zu hohen Temperaturen mit einem T-Stück (G ¾ außen mit Flachdichtung) 20...30 cm oberhalb der Solarstation im Rücklauf installiert werden.

Die Höhendifferenz zwischen Kollektorfeldunterkante und Anschlussleitung des Solarausdehnungsgefäßes muss mindestens 2 m betragen. Daher sind Dachheizzentralen oder die Aufstellung des Solar-Kombispeichers unter dem Dach bei solarer Heizungsunterstützung nicht zu empfehlen.

Beim CerasmartModul-solar die vorgeschriebenen Mindestrohrleitungslängen und die Mindesthöhendifferenz ebenfalls einhalten.

Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Vorgefäßgröße

Für die Größe des Vorgefäßes gilt folgender Richtwert:

$V_{Vorgefäß} = V_{Dampf} - V_{Rohrleitungen\ unterhalb\ der\ Kollektorfeldunterkante\ bis\ Solarstation}$

$V_{Dampf} = V_{Kollektorfeld} + V_{Rohrleitungen\ oberhalb\ Kollektorfeldunterkante}$

5.5.3 Entlüftertopf

Entlüftertopf ELT 2 für VK 180

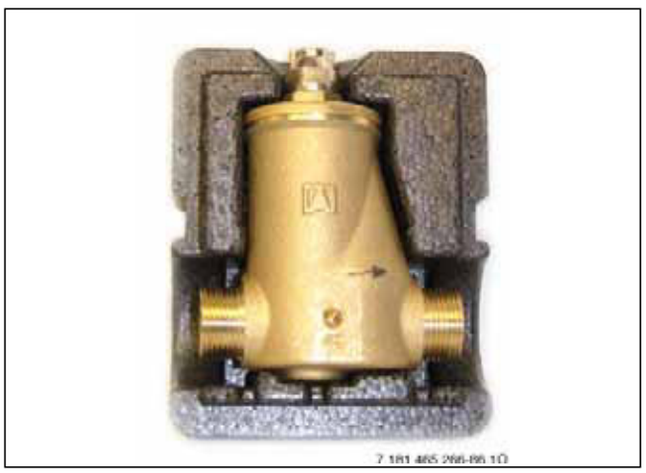


Bild 122 Entlüftertopf

Gerätebeschreibung

- Entlüftungseinheit für die Montage an der höchsten Stelle des Solarkreises

Ausstattung

- Wärmedämmung
- für Montage im Freien geeignet
- Anschlüsse zur lötfreien Montage: ¾"
- Abmessungen:
  - Breite: 115 mm
  - Höhe: 140 mm
  - Tiefe: 80 mm

Entlüftertopf ELT 5/6 für FCC, FKC und FKT

Bild 123 Entlüfterset ELT 5-2 für FKC-2 und FCC-2

Bild 124 Entlüfterset 6 für ELT 6-2 für FKT-2

Gerätebeschreibung

- Entlüftungseinheit für die Montage an der höchsten Stelle des Solarkreises

Ausstattung

- Für Montage im Freien geeignet
- Anschlüsse zur lötfreien Montage:
  - ELT 5-2 für FKC-2 und FCC-2
  - ELT 6 für FKT-2

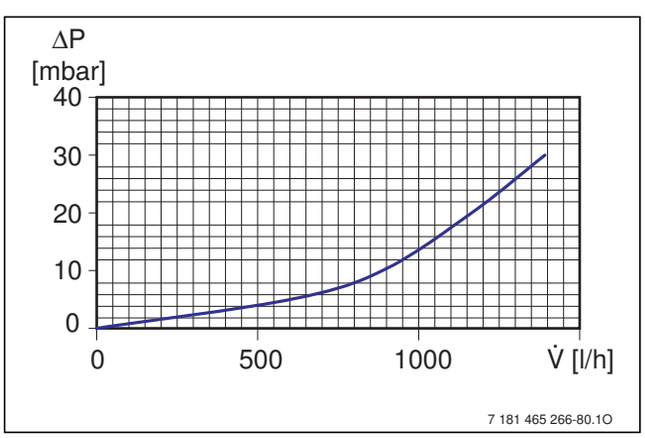


Bild 125 Druckverlust ELT... (Wasser)

Der Entlüftertopf ist nur bei den Einstrang-pumpengruppen und bei Anlagen, die nicht mit Druckbefüllung über eine Spülpumpe gefüllt werden, erforderlich. Weiterhin sollte, unabhängig von der Pumpengruppe, in jede Flachdachkollektorreihe oder bei Aufständerung für flachgeneigte Dächer am höchsten Punkt jeder Reihe ein ELT eingesetzt werden.

5.5.4 Set für Wärmemengenzählung WMZ 1.2 (Zubehör)

Der Solarregler TDS 300 und BS 500 enthält eine Funktion zum Anschluss eines Wärmemengenzählers. Der Solarregler BS 500 bietet alternativ einen Anschuss für einen Grundfos Direct Sensors™ VFS... zur Durchflussmessung und Wärmemengenzählung.

Bei Verwendung des Wärmemengenzähler-Sets WMZ 1.2 kann damit die Wärmemenge unter Berücksichtigung des Glykolgehalts (einstellbar von 0 %...50 %) im Solarkreis direkt erfasst werden. So können die Wärmemenge und die aktuelle Wärmeleistung im Solarkreis sowie der Volumenstrom kontrolliert werden.

Das Set WMZ 1.2 umfasst:

- Volumenstromzähler mit 2 Wasserzählerverschraubungen ¾"
- 2 Temperaturfühler als Rohranlegefühler mit Rohrschellen zur Befestigung an Vor- und Rücklauf (NTC 10 K, Ø 6 mm, 3,1 m Kabel) zum Anschluss an den BS 500

Die beigelegten Temperaturfühler 10K sind für den Solarregler BS 500. Für den TDS 300 können diese nicht verwendet werden. Für den TDS 300 2 Fühler SF4 bestellen.

Aufgrund der unterschiedlichen Nennvolumenströme gibt es 3 verschiedene Wärmemengenzähler-Sets WMZ 1.2:

- WMZ 1.2 DBS 2.2-5 für maximal 5 Flachkollektoren (Nennvolumenstrom 0.6 m³/h)
- WMZ 1.2 DBS 2.2-10 für maximal 10 Flachkollektoren (Nennvolumenstrom 1,0 m³/h)
- WMZ 1.2 DBS 2.2-15 für maximal 15 Flachkollektoren

Der Volumenstromzähler ist im Solarrücklauf zu montieren. Wenn es sich um eine Anlage mit 2 Verbrauchern handelt, sollte der WMZ 1.2 in Sammelrücklauf eingesetzt werden. Mit Rohrschellen lassen sich die Anlegetemperaturfühler am Vor- und Rücklauf befestigen.

Die Druckverluste des 3-Wege-Umschaltventils und des Volumenstromzählers sind bei der Auswahl der Solarrohrgruppe und der Rohrdimensionierung zu berücksichtigen.

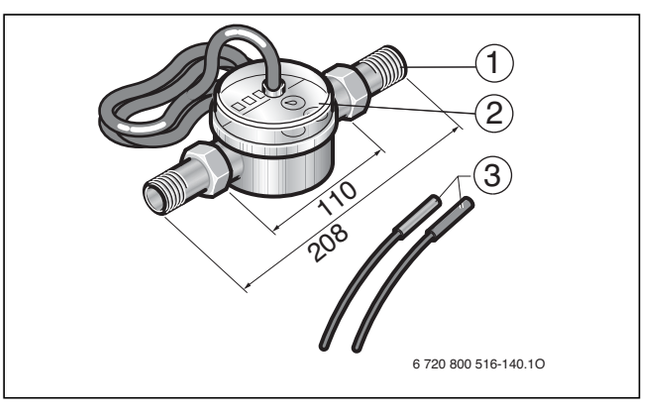


Bild 126 Wärmemengenzähler-Set WMZ 1.2 (Maße in mm)

[1] Wasserzählerverschraubung ¾"
[2] Volumenstromzähler
[3] Anlegetemperaturfühler

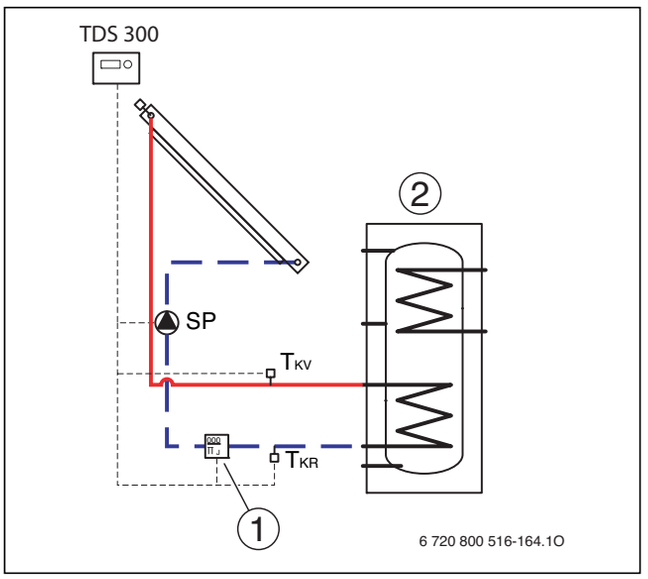


Bild 127 Anschluss-Schema Wärmemengenzählung

SP	Solarpumpe
TDS 300	Solarregler
T_{KV}	Temperaturfühler Kollektorvorlauf (NTC)
T_{KR}	Temperaturfühler Kollektorrücklauf (NTC)
[1]	Wärmemengenzähler
[2]	Solarspeicher

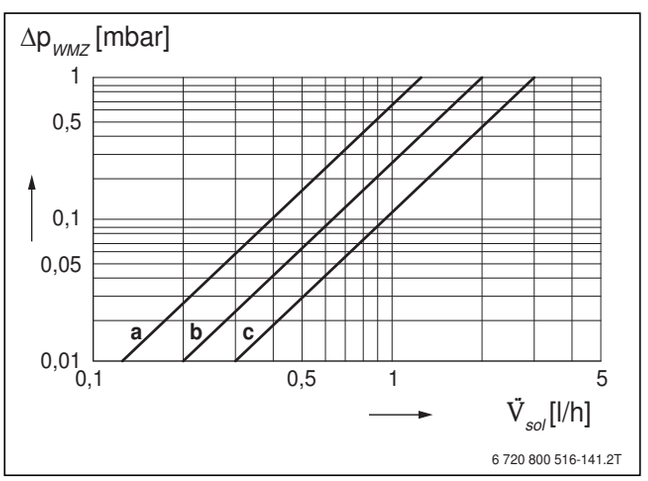


Bild 128 Druckverlust WMZ 1.2

a	WMZ 1.2 bis 5 Kollektoren
b	WMZ 1.2 bis 10 Kollektoren
c	WMZ 1.2 bis 15 Kollektoren
Δp_{WMZ}	Druckverlust des Volumenstromzählers
$\dot{V}_{sol}$	Solarkreis-Volumenstrom

5.5.5 Überspannungsschutz SP 2 für die Regelung

Bei Gewitter kann besonders der Kollektorfühler durch Überspannungen beschädigt oder zerstört werden. Als Schutz für die Regelung kann ein Überspannungsschutz SP 2 montiert werden.

Der Überspannungsschutz ist kein Blitzableiter. Der Überspannungsschutz ist für den Fall konzipiert, dass ein Blitz im weiteren Umfeld der Solaranlage einschlägt und dabei Überspannungen erzeugt. Schutzdioden begrenzen diese Überspannungen auf einen für die Regelung unschädlichen Wert. Die Anschlussdose im Bereich der Kabellänge des Kollektortemperaturfühlers vorsehen (→ Bild 129).

Der Überspannungsschutz wird zwischen den Kollektorfühler und die Anschlussleitung zum Regler elektrisch geklemmt.

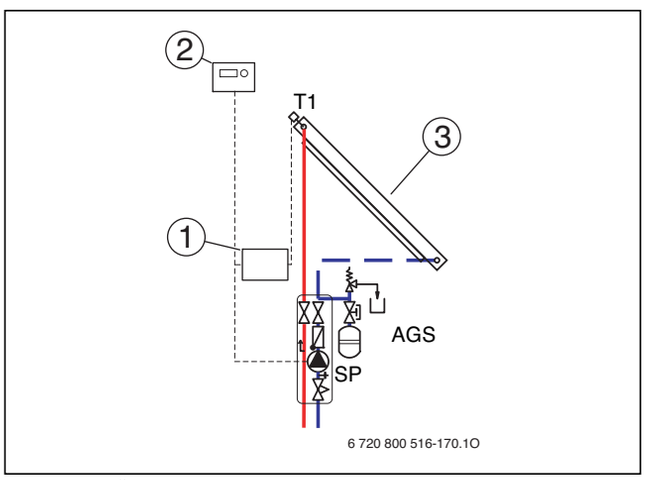


Bild 129 Überspannungsschutz für die Regelung (Installationsbeispiel)

AGS Solarstation AGS...
SP Solarpumpe
T1 Kollektortemperaturfühler (Lieferumfang der Regelung)
[1] Überspannungsschutz SP 2
[2] Solarregler
[3] Flachkollektor FCC-2/ FKC-2/ FKT-2/ VK...-1

Bild 130 Überspannungsschutz SP 2

5.6 Regelung von Solaranlagen mit Umladung oder Umschichtung von Warmwasserspeicher

5.6.1 Umladung bei Speicherreihenschaltung

Bei einer Speicherreihenschaltung wird der Vorwärmspeicher über die Solaranlage erwärmt. Für die Regelung der Solaranlage werden das Solarmodul ISM 2 oder der Solarregler TDS 300 eingesetzt.

Bei einer Zapfung gelangt das solar vorgewärmte Wasser über den Warmwasseraustritt des Vorwärmspeichers in den Kaltwassereintritt des Bereitschaftsspeichers und wird gegebenenfalls über den Kessel nachgeheizt.

Bei hohen solaren Erträgen kann der Vorwärmspeicher auch höhere Temperaturen als der Bereitschaftsspeicher aufweisen. Um das gesamte Speichervolumen für die solare Beladung nutzen zu können, muss eine Wasserleitung vom Warmwasseraustritt des Bereitschaftsspeichers zum Kaltwassereintritt des Vorwärmspeichers gelegt werden. Für die Förderung des Wassers wird hier eine Pumpe eingesetzt (→ Bild 94, Seite 88).

Um einen Anlagenbetrieb entsprechend der technischen Regel DVGW-Arbeitsblatt W 551 (→ Tabelle 49, Seite 108) zu gewährleisten, muss der gesamte Wasserinhalt von Vorwärmstufen einmal am Tag auf 60 °C erwärmt werden. Die Temperatur im Bereitschaftsspeicher muss immer ≥ 60 °C sein. Die tägliche Aufheizung der Vorwärmstufe kann entweder im normalen Betrieb über die solare Beladung oder über eine konventionelle Nachladung erfüllt werden.

In Verbindung mit dem Solarregler TDS 300 werden 2 zusätzliche Speichertemperaturfühler benötigt, die am Vorwärmspeicher und oder am Bereitschaftsspeicher unten montiert werden. Speicher mit abnehmbarer Dämmung lassen eine freie Fühlerpositionierung mit Hilfe von Spannbändern zu. Der Speichertemperaturfühler SF2 wird im Bereitschaftsspeicher montiert.

Das Solarmodul ISM 2 oder der Solarregler TDS 300 überwachen die Temperaturen über die Temperaturfühler im Vorwärmspeicher. Wenn die geforderte Temperatur von 60 °C im Vorwärmspeicher nicht durch solare Beladung erreicht wurde, wird die Pumpe P_B zwischen Warmwasseraustritt des Bereitschaftsspeichers und Kaltwassereintritt der Vorwärmstufe in einer zapfungsfreien Zeit vornehmlich in der Nacht aktiviert. Das Regelgerät des Wärmeerzeugers muss diese Funktion unterstützen und mit einem zeitlichen Vorlauf den Bereitschaftsspeicher erwärmen. Der Startzeitpunkt für die Regelung des Wärmeerzeugers sollte z. B. 0,5 h vor der Startzeit des TDS 300 liegen. Die Pumpe P_B bleibt so lange eingeschaltet, bis an beiden Temperaturfühlern im Vorwärmspeicher (TDS 300) oder am Speichertemperaturfühler die geforderte Temperatur erreicht wird oder maximal 3 h.

Weitere Informationen zur Umladung (→ Kapitel 7.3.1, Seite 119).

Bei der Installation einer Speicherreihenschaltung empfehlen wir zur Vermeidung von Wärmeverlusten eine möglichst kurze Verrohrung mit einer hochwertigen Isolierung.

5.6.2 Umschichtung zwischen Warmwasserspeichern

Das DVGW-Arbeitsblatt W551 fordert zur Vermeidung von Legionellenbildung die Aufheizung der solaren Vorwärmstufe in Großanlagen (→ Tabelle 49, Seite 108). Wenn der Solarertrag am Tag nicht ausgereicht hat, um dem entsprechenden Bereich im Speicher auf 60 °C zu erwärmen, muss mit dem Wärmeerzeuger nachgeheizt werden und eine Umschichtung des gesamten Speicherinhalts erfolgen (→ Bild 131). Diese Funktion kann realisiert werden mit dem Solar-Funktionsmodul ISM 2 mit der Pumpenfunktion „Umschichtung“.

Der Solarregler TDS 300 bietet für die Funktion Umschichtung als Option „tägliche Aufheizung“ für verschiedene Hydraulikvarianten an. Dabei wird die Speichertemperatur überwacht und die Umladepumpe zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeschaltet, wenn innerhalb der letzten 24 h die Zieltemperatur (wählbar zwischen 60 °C und 70 °C) nicht erreicht wurde. Das Regelgerät des Heizkessels muss diese Funktion unterstützen und mit einem zeitlichen Vorlauf den Bereitschaftsteil des Speichers erwärmen. Der Startzeitpunkt für die Kesselsteuerung sollte z. B. 0,5 h vor der Startzeit des TDS 300 liegen. Nach Erreichen der Zieltemperatur oder nach 3 h Laufzeit wird die Pumpe ausgeschaltet.

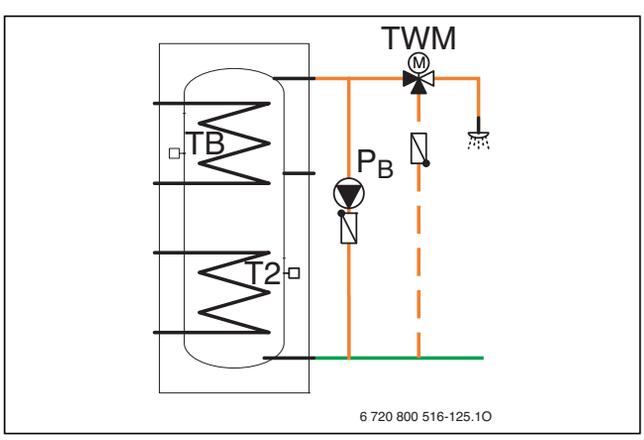


Bild 131 Umschichtung bei Schaltung mit einem Solarspeicher

P_B	Umladepumpe
TB	Speichertemperaturfühler (oben; optional)
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
T2	Speichertemperaturfühler (unten)

6 Weitere hydraulische Zubehöre

6.1 Weitere Systemkomponenten

6.1.1 Solar-Doppelrohre SDR

Bild 132 SDR

Bei der Verwendung der Solar-Doppelrohre SDR 15 und SDR 18 vereinfacht sich die Montage und zusätzlich kann erheblich Arbeitszeit eingespart werden. Das Schnell-Verrohrungssystem enthält die Solar-Vorlauf- und -Rücklaufleitung sowie das 2-adrige Fühlerkabel zusammengefasst in einer hochtemperaturbeständigen und UV-beständigen Wärmedämmung. Die Verbindungstechnik mit Klemmringübergängen sowie Stützhülsen und Wandhalter ist in den Anschluss-Sets SDRZ... enthalten. Zusätzlich sind Sätze SZ... verfügbar, die verschiedene Klemmring-Übergänge für die Montage an die Hydraulikgruppen enthalten.

Gesamtleitungslänge (Vor- und Rücklauf) in [m]	Leitungsquerschnitt Anzahl der Flachkollektoren			
	2	3	4	5
≤ **10**	15 × 0,8	15 × 0,8	15 × 0,8	15 × 0,8
≤ **20**	15 × 0,8	15 × 0,8	18 × 0,8	18 × 0,8
≤ **30**	15 × 0,8	15 × 0,8	18 × 0,8	18 × 0,8
≤ **40**	15 × 0,8	15 × 0,8	18 × 0,8	18 × 0,8

Tab. 43 Auswahl der Solar-Doppelrohre SDRZ...

Die Rohrsysteme auf der Basis von Kupferrohr lassen sich sehr schnell und einfach verlegen, z. B. im Luftschacht eines Kamins oder in einem zusätzlichen Regenfallrohr an der Fassade des Gebäudes.

Durch die glatte Rohrinnenwand von Kupferrohr ist der Rohr-Druckverlust deutlich geringer als bei handelsüblichem Solar-Wellrohr und sorgt so für eine einfache Entlüftung bei der Inbetriebnahme der Solaranlage.

Wenn nur die spätere Installation von Kollektoren vorbereitet werden soll, ist ein solches System ebenfalls zu empfehlen. Im Rohrsystem ist ein 2-adriges-Kabel als Fühlerkabel für den Kollektorfühler enthalten.

6.1.2 Wärmeträgerflüssigkeit

Wärmeträgerflüssigkeit SFF

Bild 133 SFF

Beschreibung

- Wärmeträgerflüssigkeit Tyfocor® L für den Betrieb von Junkers Flachkollektoren
- Farbloses Propylenglykol-Wasser-Gemisch (Mischungsverhältnis 55/45 % Volumen)
- Frostschutz bis –30 °C

Anlage nur mit der von Junkers zugelassenen Wärmeträgerflüssigkeit Tyfocor® L befüllen. Durch andere Flüssigkeiten kann die Solaranlage beschädigt werden.

Weitere Informationen entnehmen Sie dem Sicherheitsdatenblatt des Herstellers (→ Kapitel 9.5, Seite 198).

Die Wärmeträgerflüssigkeit alle 2 Jahre auf Frostschutz und pH-Wert prüfen.

	Sollwert	Grenzwert
Frostschutz	–30 °C	–26 °C
pH-Wert	7,5	7

Tab. 44 Frostschutzwerte SFF

Die Wärmeträgerflüssigkeit SFF darf nicht vermischt mit der Wärmeträgerflüssigkeit SFV eingesetzt werden!

Wärmeträgerflüssigkeit SFV

Bild 134 SFV

Beschreibung

- Wärmeträgerflüssigkeit Tyfocor® LS für den Betrieb von Junkers Vakuumröhrenkollektoren
- Rötliches Propylenglykol-Wasser-Gemisch (Mischungsverhältnis 55/45 % Volumen)
- Frostschutz bis –28 °C

Anlage nur mit der von Junkers zugelassenen Wärmeträgerflüssigkeit Tyfocor® LS befüllen. Durch andere Flüssigkeiten kann die Solaranlage beschädigt werden.

Weitere Informationen entnehmen Sie dem Sicherheitsdatenblatt des Herstellers (→ Kapitel 9.5, Seite 198).

Die Wärmeträgerflüssigkeit alle 2 Jahre auf Frostschutz und pH-Wert prüfen.

	Sollwert	Grenzwert
Frostschutz	–28 °C	–24 °C
pH-Wert	9	7

Tab. 45 Frostschutzwerte SFV

Die Wärmeträgerflüssigkeit SFV darf nicht vermischt mit der Wärmeträgerflüssigkeit SFF eingesetzt werden!

6.1.3 Thermostatischer Trinkwassermischer (thermische Desinfektion)

Schutz vor Verbrühungen

Bild 135 TWM20

Die Speichermaximaltemperatur kann höher als 60 °C sein. Deshalb müssen geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Verbrühung getroffen werden.

Folgende Möglichkeiten gibt es:

- **Einen** thermostatischen Trinkwassermischer hinter den Warmwasseranschluss des Speichers einbauen. **oder**
- An **allen** Zapfstellen die Mischtemperatur durch Thermostatbatterien begrenzen.

Durch heutige Normen (DIN 1988, DVGW 551), ist häufig eine Kombination beider Möglichkeiten sinnvoll. Aus den hygienischen bedingten Vorschriften ist eine Warmwasserstemperatur im Warmwassernetz ≥ 60 °C notwendig. Für den Benutzer muss die Warmwassertemperatur aufgrund der Verbrühungsgefahr die Warmwassertemperatur zwischen 45 °C bis maximal 60 °C zur Verfügung stehen.

Für die Auslegung einer Anlage mit thermostatischem Trinkwassermischer Junkers TWM20 das Diagramm in Bild 136 berücksichtigen.

Die Mischwassertemperatur ist in Teilschritten von 5 °C in einem Temperaturbereich von 35 °C...60 °C einstellbar.

Technische Daten

Trinkwassermischer TWM	
Regelbereich	+ 30...+65 °C
Regelgenauigkeit	± 2 °C
Volumenstrom bei Δp 1 bar (k_{VS}-Wert) ½ " und ¾ "	2,6 m³/h
Maximale Betriebstemperatur	85 °C
Maximaler Betriebsdruck	14 bar
Maximales Druckverhältnis zwischen warm und kalt	10:1

Tab. 46 Technische Daten TWM

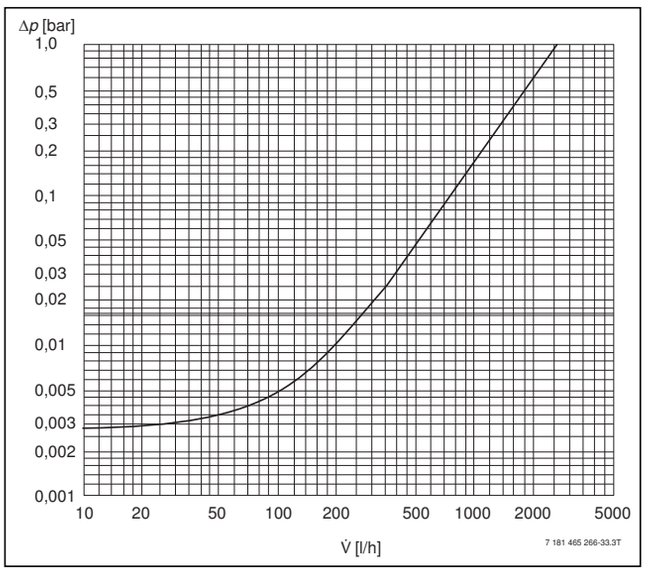


Bild 136 Druckverlust TWM

Δp Druckverlust
V̇ Volumenstrom

Warmwasser-Komfortgruppe WWKG mit thermostatischem Trinkwassermischer und Zirkulationspumpe

Die Warmwasser-Komfortgruppe ist geeignet für den Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern und für alle Warmwasserspeicher mit einer Betriebstemperatur bis 90 °C. Die Warmwasser-Komfortgruppe dient als Verbrühungsschutz besonders auch für solare Trinkwasseranlagen.

Die Warmwasser-Komfortgruppe besteht in einer kompakten Einheit aus:

- Einem thermostatischen Mischventil für einstellbare Temperaturen von 35 °C...65 °C
- Einer Zirkulationspumpe
- 2 Thermometern für die Warmwasser-Austrittstemperatur des Speichers und die Mischwassertemperatur nach dem Trinkwassermischer
- Rückschlagventilen und Absperrmöglichkeiten.

Im Lieferumfang ist eine Wärmedämmung enthalten. Der Vorteil dieser Einheit liegt in der schnellen und störungsfreien Montagemöglichkeit von thermostatischem Trinkwassermischer und Zirkulation.

WARNUNG: Verbrühungsgefahr durch hohe Temperaturen!
Bei Solarbetrieb können Warmwassertemperaturen über 60 °C entstehen und zu Verbrühungen führen.
▶ Thermostatischen Warmwassermischer, der die Temperatur auf 60 °C begrenzt, in die Warmwasserleitung einbauen.

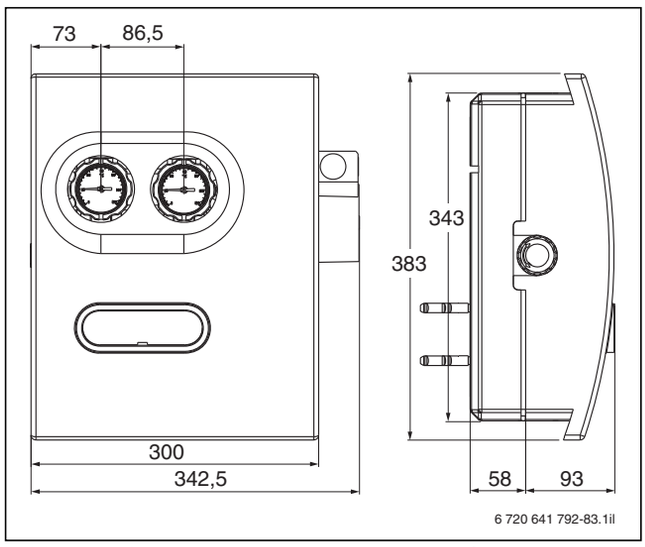


Bild 137 Abmessungen Warmwasser-Komfortgruppe mit Zirkulationspumpe (Maße in mm)

Warmwasser-Komfortgruppe	Einheit	WWKG
Max. Betriebsdruck	bar	10
Max. Wassertemperatur	°C	90
Einstellbereich	°C	35...65
K_{VS}-Wert	m^3/h	1,6

Tab. 47 Technische Daten Warmwasser-Komfortgruppe

Zirkulationspumpe	Einheit	
Spannungsversorgung	V	230
Frequenz	Hz	50
Leistungsaufnahme bei Stufe 1	W	27
Leistungsaufnahme bei Stufe 2	W	39
Leistungsaufnahme bei Stufe 3	W	56

Tab. 48 Technische Daten Zirkulationspumpe

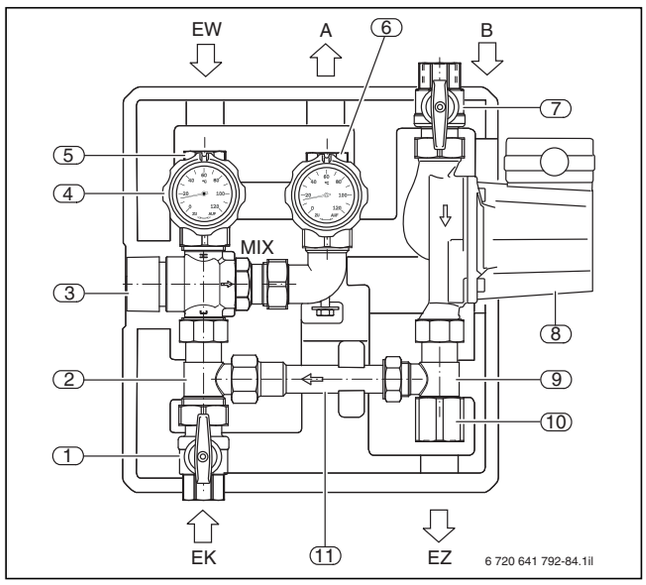


Bild 138 Anschlüsse und Bauteile Warmwasser-Komfortgruppe

A Mischwasseraustritt zu den Zapfstellen
B Eintritt Zirkulationsleitung von den Zapfstellen
EK Kaltwassereintritt (Mischgruppe)
EW Warmwassereintritt (Mischgruppe)
EZ Zirkulationseintritt zum Speicher
MIX Mischwasser

[1] Kugelhahn für Kaltwassereintritt Rp ¾ " (innen)
[2] T-Stück mit Rückflussverhinderer
[3] Warmwasser-Mischventil DN20
[4] Zeigerthermometer
[5] Kugelhahn für Warmwasserzulauf Rp ¾ " (innen) mit Rückflussverhinderer
[6] Kugelhahn für Mischwasserablauf Rp ¾ " (innen)
[7] Absperrhahn Zirkulation Rp ¾ " (innen)
[8] Zirkulationspumpe
[9] T-Stück mit Rückflussverhinderer
[10] Reduziermuffe Ø G 1 × Rp ¾ "
[11] Verbindungsstück mit Rückflussverhinderer

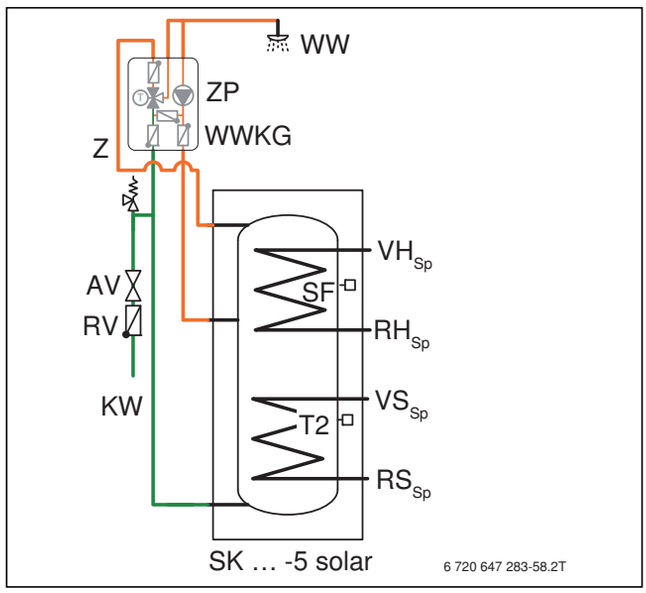


Bild 139 Anschluss Warmwasser-Komfortgruppe

AV Absperrarmatur
KW Kaltwasser
RH_{SP} Speicherrücklauf von der oberen Speicherheizschlange zum Wärmeerzeuger
RS_{SP} Speicherrücklauf von der unteren Speicherheizschlange zum Flachkollektor
RV Rückschlagventil
SF Speichertemperaturfühler
T2 Temperaturfühler Solarspeicher unten
TWM Thermostatischer Trinkwassermischer
VH_{SP} Speichervorlauf vom Wärmeerzeuger zur oberen Speicherheizschlange
VS_{SP} Speichervorlauf vom Flachkollektor zur unteren Speicherheizschlange
WW Warmwasser
WWKG Warmwasser-Komfortgruppe
Z Zirkulationsleitung
ZP Zirkulationspumpe

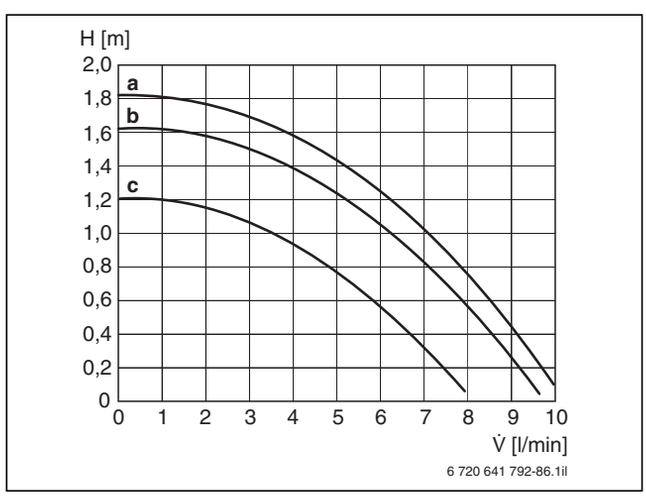


Bild 140 Restförderhöhe Zirkulationspumpe

a Stufe 3
b Stufe 2
c Stufe 1
H Restförderhöhe
V̇ Volumenstrom

Funktionsweise in Verbindung mit Warmwasser-Zirkulationsleitung

Der thermostatische Trinkwassermischer mischt dem Warmwasser aus dem Speicher so viel Kaltwasser bei, dass die Temperatur einen eingestellten Sollwert nicht überschreitet. In Verbindung mit einer Zirkulationsleitung ist eine Bypassleitung zwischen dem Zirkulationseintritt am Speicher und dem Kaltwassereintritt in den thermostatischen Trinkwassermischer erforderlich (→ Bild 141, Seite 107).

Wenn die Speichertemperatur über dem am thermostatischen Trinkwassermischer eingestellten Sollwert liegt, aber kein Warmwasser gezapft wird, fördert die Zirkulationspumpe einen Teil des Zirkulationsrücklaufs direkt über die Bypassleitung zum nun offenen Kaltwassereingang des Trinkwassermischers. Das vom Speicher kommende Warmwasser mischt sich mit dem kälteren Wasser des Zirkulationsrücklaufs. Um eine Schwerkraftzirkulation zu vermeiden, ist der thermostatische Trinkwassermischer unterhalb des Warmwasseraustritts des Speichers einzubauen. Wenn dieser Einbau nicht möglich ist, ist eine Wärmedämmschleife (→ Bild 142, Seite 107) oder ein Rückflussverhinderer unmittelbar am Anschluss des Warmwasseraustritts (→ Bild 141, Seite 107) vorzusehen. Diese Variante verhindert Einrohr-Zirkulationsverluste. Rückflussverhinderer sind einzuplanen, um eine Fehlzirkulation und damit ein Auskühlen und Mischen des Speicherinhalts zu vermeiden.

Durch eine Warmwasserzirkulation entstehen Bereitschaftsverluste. Eine Warmwasserzirkulation sollte deshalb nur in weitverzweigten Trinkwassernetzen ange-wendet werden. Eine falsche Auslegung der Zirkulationsleitung und der Zirkulationspumpe kann den Solarertrag stark mindern.

Wenn eine Warmwasserzirkulation eingebunden werden soll, ist nach DIN 1988 der Inhalt der Warmwasserleitung stündlich dreimal umzuwälzen, wobei die Temperatur um maximal 5 K absinken darf. Um die Temperaturschichtung im Speicher zu erhalten, sind der Volumenstrom und eine eventuelle Taktung der Zirkulationspumpe aufeinander abzustimmen.

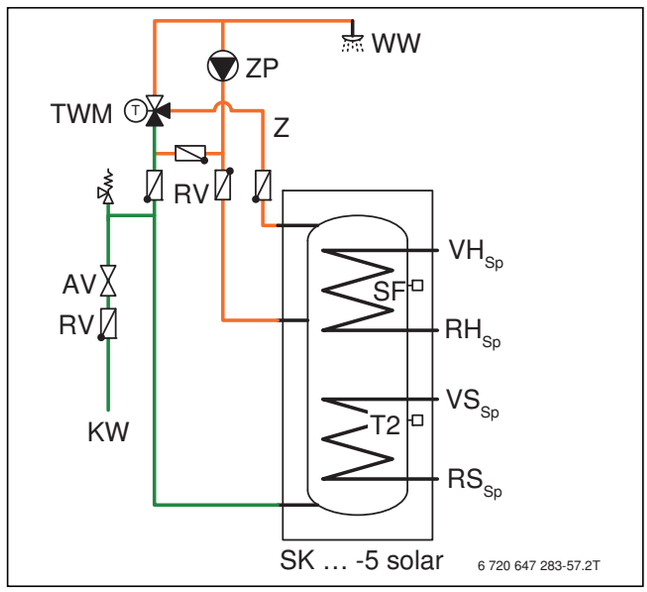


Bild 141 Anschluss Zirkulation mit thermostatischem Trinkwassermischer

AV	Absperrarmatur
KW	Kaltwasser
RH_{SP}	Speicherrücklauf von der oberen Speicherheizschlange zum Wärmeerzeuger
RS_{SP}	Speicherrücklauf von der unteren Speicherheizschlange zum Flachkollektor
RV	Rückschlagventil
SF	Speichertemperaturfühler
T2	Temperaturfühler Solarspeicher unten
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
VH_{SP}	Speichervorlauf vom Wärmeerzeuger zur oberen Speicherheizschlange
VS_{SP}	Speichervorlauf vom Flachkollektor zur unteren Speicherheizschlange
WW	Warmwasser
WWKG	Warmwasser-Komfortgruppe
Z	Zirkulationsleitung
ZP	Zirkulationspumpe

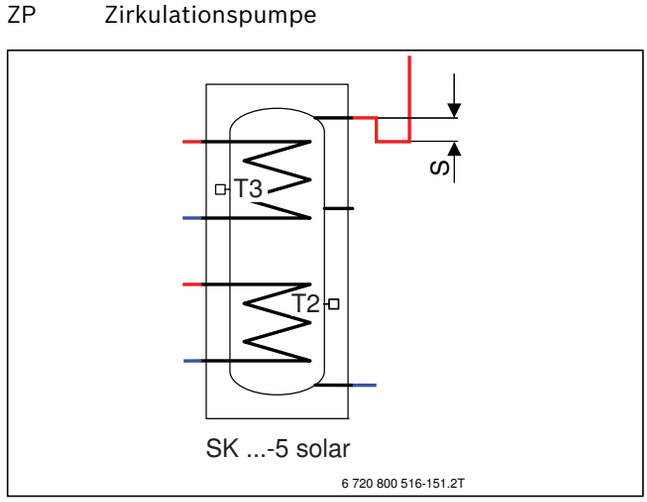


Bild 142 Wärmedämmschleife

S	5...12 × Rohrdurchmesser
T2	Speichertemperaturfühler (unten)
T3	Speichertemperaturfühler (oben)

Thermische Desinfektion

Im Wasser befinden sich Mikroorganismen. An wasserberührten Oberflächen, z. B. in Rohrleitungen, Warmwasserspeichern und Armaturen werden Nährstoffe abgelagert, die die Ansiedlung von Bakterien fördern. Je geringer der Wasseraustausch und je wärmer das Wasser ist (25 °C...50 °C), umso stärker ist die Vermehrung der Mikroorganismen und die Ansiedlung an den Oberflächen. Hiergegen hilft eine thermische Desinfektion mit Wassertemperaturen ≥ 60 °C.

Daraus resultieren folgende Anforderungen nach DVGW Arbeitsblatt W 551 (Technische Maßnahmen zur Verhinderung des Legionellenwachstums):

Anlage	Maßnahme
Kleinanlagen • Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern • Anlagen < 400 l und Warmwasserrohr-Inhalt < 3 l • Zirkulation wird nicht berücksichtigt	60 °C Speichertemperatur empfohlen ▶ Speichertemperatur unter 50 °C vermeiden.
Großanlagen • alle Anlagen, die nicht zu den Kleinanlagen gehören	Am Warmwasseraustritt der Trinkwassererwärmung eine Temperatur von ≥ 60 °C
Zirkulationssysteme	Minimale Temperatur 55 °C
Dezentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer	Keine Maßnahmen erforderlich, wenn nachgeschalteter Rohrleitungsinhalt < 3 l ist.
Beispiele	
• Bivalente Solarspeicher ≤ 400 l im Ein- und Zweifamilienhaus	Keine Anforderungen
• Vorwärmanlagen und bivalenter Solarspeicher ≥ 400 l	Einmal täglich auf 60 °C aufheizen.
• Zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer	• Gleiche Maßnahmen wie bei Warmwasserspeicher • Einteilung in Klein- und Großanlagen

Tab. 49 Anforderungen nach DVGW Arbeitsblatt W 551

Durch die vorgeschriebene Warmwassertemperatur ≥ 60 °C werden die Bedingungen für eine Verhinderung des Legionellenwachstums erfüllt.

In Kleinanlagen kann aufgrund des häufigen Austauschs des Wassers im Speicher durch die Berücksichtigung von energetischen Vorteilen bei der Einbindung von regenerativer Energie, die Warmwassertemperatur bis maximal 50 °C abgesenkt werden.

Auch in der DIN 1988-200 (Technische Regeln zur Trinkwasserinstallation) wurden diese Anforderungen übernommen und ebenfalls auf das DVGW W 551 verwiesen.

Ein "turnusmäßiges Hochheizen" ist damit für den Bereitschaftsbereich eines Trinkwarmwasserspeichers nicht notwendig.

Nach längerer Abwesenheit (zum Beispiel nach einem Urlaub) empfehlen wir jedoch ein kurzzeitiges Aufheizen des Speichers auf eine Temperatur über 60 °C.

Ausnahme davon ist eine Vorwärmstufe oder ein solar beladener Speicherbereich. Der solar beladene Speicherbereich muss 1 x täglich auf 60 °C aufgeheizt werden. Die Aufheizung kann durch die Solarenergie erfolgen oder, wenn die Solarenergie nicht ausreicht, durch die konventionelle Nachheizung. Dafür ist eine Umladepumpe zur thermischen Desinfektion (PE) erforderlich (Siehe Bild 143, Seite 108 und Bild 15, Seite 28) und die Nachheizung muss in der Zeit der thermischen Funktion ihre Warmwasserfunktion frei geschalten haben. Über den 2-Draht-BUS Regler FR/FW 120,200,500 kann direkt die Nachheizung bei Bedarf aktiviert werden. Die Solarregler ISM2 oder TDS300 prüfen täglich, ob die Solarenergie ausreichend war um den regenerativen Speicherteil aufzuheizen und wenn nicht, wird erst die thermische Desinfektion über die konventionelle Nachheizung aktiviert.

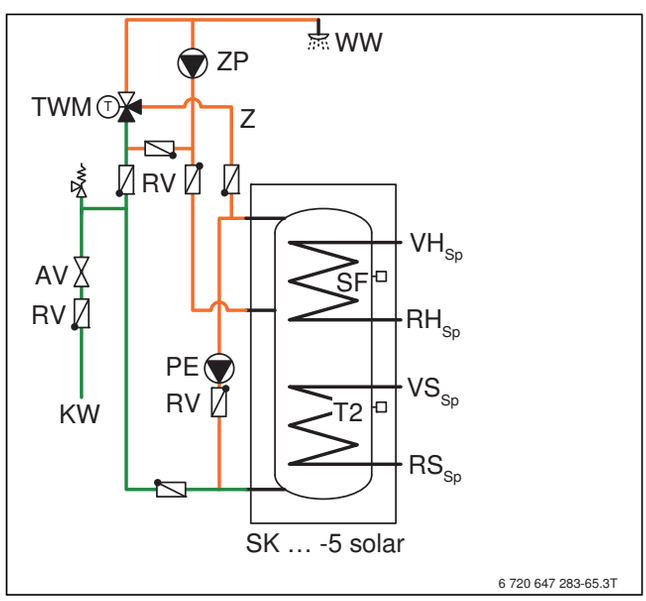


Bild 143 Anschluss Zirkulation zur thermischen Desinfektion

AV	Absperrarmatur
KW	Kaltwasser
PE	Pumpe thermische Desinfektion (Solaroption E)
RH_{SP}	Speicherrücklauf von der oberen Speicherheizschlange zum Wärmeerzeuger
RS_{SP}	Speicherrücklauf von der unteren Speicherheizschlange zum Flachkollektor
RV	Rückschlagventil
SF	Speichertemperaturfühler
T2	Temperaturfühler Solarspeicher unten
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
VH_{SP}	Speichervorlauf vom Wärmeerzeuger zur oberen Speicherheizschlange
VS_{SP}	Speichervorlauf vom Flachkollektor zur unteren Speicherheizschlange
WW	Warmwasser
Z	Zirkulationsleitung
ZP	Zirkulationspumpe

7 Auslegung

Neben der Auswahl der richtigen Baugruppen hat die Dimensionierung einen erheblichen Einfluss auf die dauerhafte und wirtschaftliche Funktionalität der Solaranlage. Bei einer Verdopplung der Kollektoranzahl verdoppelt sich der Energiegewinn nicht. Wenn eine Solaranlage, die 2 Kollektoren bedarf, mit 4 Kollektoren betrieben wird, liegt der Energiegewinn bei ca. 10 %. Dieser Zugewinn bringt aber erhebliches Belastungspotential an Bauteilen und der Solarflüssigkeit mit sich.

In diesem Kapitel wird aus den oben genannten Gründen ausführlich auf die Auswahl und Zusammenstellung der Kollektoren, Warmwasserspeicher und Puffer eingegangen.

2 beispielhafte Computersimulationen sollen die Auswirkung der Auslegung auf den Gesamtwirkungsgrad verdeutlichen:

- Solaranlage mit 4 m^2 Brutto-Kollektorfläche bei einem Warmwasserbedarf von 200 l/d am Standort Frankfurt (Gesamtdeckungsgrad: 65 % (→ Bild 144)
- Solaranlage mit 8 m^2 Brutto-Kollektorfläche bei einem Warmwasserbedarf von 200 l/d am Standort Frankfurt (Gesamtdeckungsgrad: 75 % (→ Bild 145)

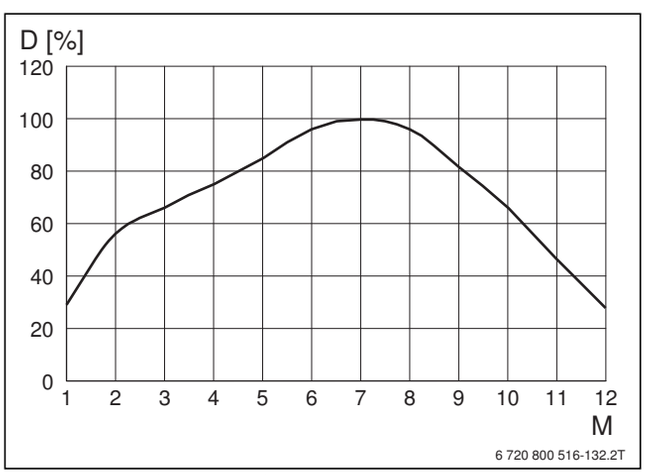


Bild 144 Deckungsgrad

D Deckungsgrad
M Monat

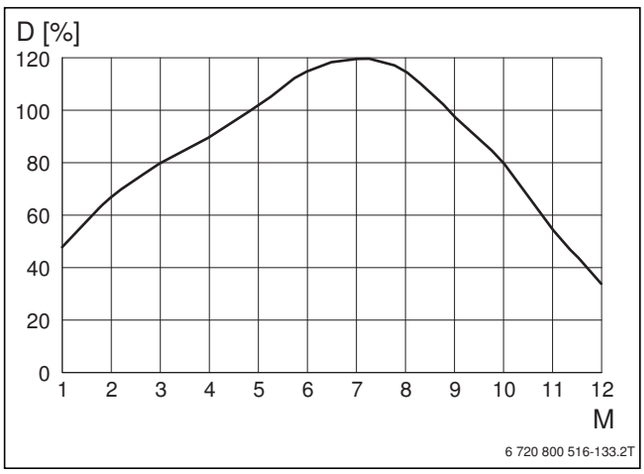


Bild 145 Deckungsgrad einer zu groß dimensionierten Solaranlage

D Deckungsgrad
M Monat

Bei der zu groß dimensionierten Solaranlage entsteht in den Sommermonaten eine Überversorgung, die sich negativ auf die Lebensdauer auswirken kann.

7.1 Auslegungsgrundsätze

7.1.1 Solare Warmwasserbereitung

Thermische Solaranlagen werden am häufigsten zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Ob es möglich ist, eine bereits vorhandene Heizungsanlage mit einer thermischen Warmwassersolaranlage zu kombinieren, ist im Einzelfall zu prüfen. Die konventionelle Wärmequelle muss unabhängig von der Solaranlage den Warmwasserbedarf in einem Gebäude decken können. Auch in Schlechtwetterperioden besteht ein entsprechender Warmwasserbedarf, der zuverlässig abzudecken ist.

Bei Anlagen zur Warmwasserbereitung in Ein- und Zweifamilienhäusern wird in der Regel eine Deckungsrate von 50 % bis 60 % angestrebt. Auch eine Dimensionierung unterhalb 50 % ist sinnvoll, wenn die zur Verfügung stehenden Verbrauchswerte nicht sicher sind. Bei Mehrfamilienhäusern sind generell geringere Deckungsraten als 50 % aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll.

7.1.2 Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Thermische Solaranlagen können neben der Warmwasserbereitung auch zur Heizungsunterstützung und Schwimmbadbeheizung kombiniert werden.

In den Übergangszeiten, Frühjahr und Herbst, werden niedrigere Vorlauftemperaturen zur Beheizung des Gebäudes benötigt als im Winter. Diese Temperaturen sind bei richtiger Anlagenzusammenstellung durch die Solaranlage erreichbar. So kann eine Solaranlage zur Heizungsunterstützung sowohl in Verbindung mit Fußbodenheizung als auch mit Heizkörpern realisiert werden.

Für die Anlagen zur Warmwasserbereitung kombiniert mit Heizungsunterstützung liegt die anzustrebende Deckungsrate bis zu 30 % des Gesamtwärmebedarfs. Die erreichbare Deckungsrate ist stark vom Gebäudewärmebedarf abhängig. Als Solarkollektor für Anlagen zur Heizungsunterstützung empfehlen wir wegen der hohen Leistungsfähigkeit besonders die Hochleistungs-Flachkollektoren FKC, FKT... und die Vakuumröhrenkollektoren VK.

7.1.3 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Hauptanforderung der Energieeinsparverordnung ist die Reduzierung des Jahresprimärenergiebedarfs. Hierzu wurde der sogenannte Energiepass vom Gesetzgeber eingeführt. Um die Forderung der EnEV zu erfüllen, stehen verschiedene Möglichkeiten der Energieeinsparung zur Verfügung. Neben der Erneuerung des Wärmeerzeugers oder der zusätzlichen Dämmung der Gebäudehülle eignet sich eine Solaranlage sehr gut, um den Forderungen der EnEV zu genügen.

7.1.4 Auslegung mit Computersimulation

Die Solaranlage mit einer Computersimulation auszulegen, ist besonders in den folgenden Fällen sinnvoll:

- Bei ersten Abschätzungen über den zu erwartenden solaren Ertrag und damit den Nutzen der Anlage
- Bei deutlicher Abweichung von den Berechnungsgrundlagen, Auslegungsdiagrammen und Tabellen (→ Seite 114 bis Seite 115) **und**
- Beim Nachweis zur Erfüllung gesetzlicher Vorgaben (z. B. EEWärmeG) oder zum Erlangen von Förderungen (z. B. BAFA).

Die richtige Dimensionierung und damit auch die Realitätsnähe einer Simulation hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit der Informationen über den tatsächlichen Warmwasserbedarf ab.

Wichtig sind folgende Werte:

- Warmwasserbedarf pro Tag
- Tagesprofil des Warmwasserbedarfs
- Wochenprofil des Warmwasserbedarfs
- Jahreszeitlicher Einfluss auf den Warmwasserbedarf (z. B. Campingplatz)
- Warmwasser-Solltemperatur
- Vorhandene Technik zur Warmwasserbereitung (bei Erweiterung einer bestehenden Anlage)
- Zirkulationsverluste
- Wärmebedarf des Gebäudes (für solare Anlagen mit Heizungsunterstützung)
- Standort
- Ausrichtung (Himmelsrichtung)
- Dachneigung

Gut geeignet für die Berechnung von Solaranlagen zur Warmwasserbereitung oder Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ist, z. B. die Junkers Solarsimulationssoftware. Simulationsprogramme erfordern es, Verbrauchswerte und Anlagenhydrauliken vorzugeben. Für Kollektorfeldgröße und Speichervolumen werden je nach verwendetem Programm Vorschläge gemacht oder diese sind selbst zu dimensionieren. Grundsätzlich sollten Angaben zum Verbrauch beim Kunden erfragt werden. Pauschale Annahmen oder Werte aus der Literatur sind hier wenig zweckdienlich.

Für die meisten Simulationsprogramme ist eine Vordimensionierung von Kollektorfeld und Solarspeicher erforderlich (→ Seite 111). Schrittweise wird das gewünschte Leistungsergebnis erreicht.

Die Programme Junkers Solarsimulation sowie T-SOL können Solaranlagen simulieren und speichern die Ergebnisse wie Temperaturen, Energien, Nutzungsgrade und solare Deckungsrate in einer Datei. Sie lassen sich am Bildschirm in vielfältiger Weise darstellen und können für eine weitere Auswertung ausgedruckt werden.

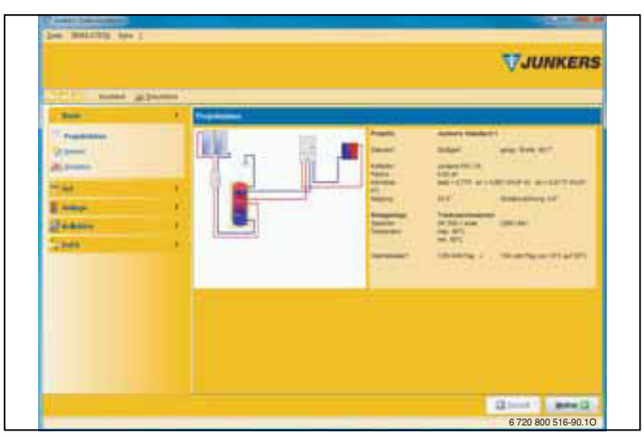


Bild 146 Junkers Solarsimulation

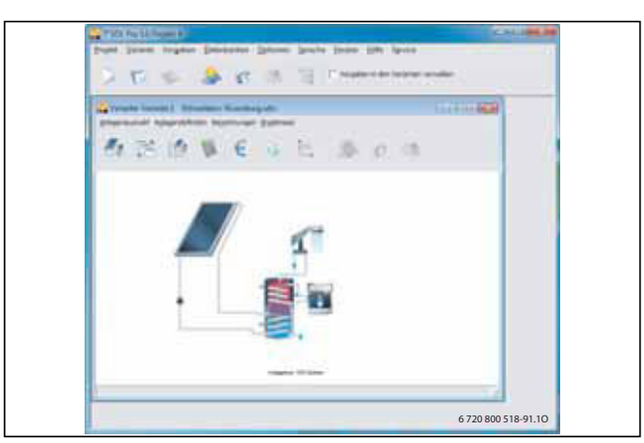


Bild 147 T-Sol-Simulation

7.2 Auswahl von Kollektorfeldgröße und Speichergröße

7.2.1 Anlagen zur Warmwasserbereitung in Ein- und Zweifamilienhäusern

Die Festlegung der Speichergröße und des Wasserverbrauchs, wie auch die Personenanzahl kann als primäres Kriterium verwendet werden. Bei der Auswahl über die Speichergröße wird zunächst der tatsächliche Warmwasserbedarf ermittelt, der passende Speicher ausgewählt und dann die mögliche Kollektoranzahl zugeordnet. Bei der Auswahl über die Personenanzahl wird zunächst die Kollektoranzahl und dann der passende Warmwasserspeicher zugeordnet. Über beide Varianten kann die Solaranlage zusammengestellt werden.

Speicherauswahl

Für die optimale Funktion einer Solaranlage ist ein geeignetes Verhältnis zwischen der Kollektorfeldleistung (Größe des Kollektorfeldes) und der Speicherkapazität (Speichervolumen) erforderlich. Abhängig von der Speicherkapazität ist die Größe des Kollektorfelds begrenzt.

Grundsätzlich sollten Solaranlagen zur Warmwasserbereitung im Einfamilienhaus möglichst mit einem bivalenten Speicher betrieben werden. Ein bivalenter Solarspeicher hat einen Solar-Wärmetauscher und einen Wärmetauscher zur Nachheizung über ein Heizgerät. Bei diesem Konzept dient der obere Teil des Speichers als Bereitschaftsteil.

Nur bei einem größeren Warmwasserbedarf, der nicht mehr mit einem bivalenten Speicher abgedeckt werden kann, sind 2-Speicher-Anlagen sinnvoll. Bei diesen Anlagen wird vor einem konventionellen Speicher ein monovalenter Speicher (Speicher mit einem Wärmetauscher) zur Einkopplung der Solarwärme installiert. Der konventionelle Speicher muss den Trinkwasser-Wärmebedarf vollständig abdecken können. Der Solarspeicher kann daher etwas kleiner dimensioniert werden.

Dieses Konzept ist auch für die nachträgliche Integration einer Solaranlage in eine konventionelle Anlage möglich. Aus energetischen und wirtschaftlichen Gründen sollte jedoch immer der Einsatz eines bivalenten Speichers geprüft werden.

Daumenregel: In der Praxis hat sich der 2-fache Tagesbedarf als Speichervolumen bewährt.
Tabelle 50 zeigt produktbezogene Richtwerte zur Auswahl des Junkers Warmwasserspeichers in Abhängigkeit von Warmwasserbedarf pro Tag und Personenanzahl. Es wird dabei von einer Speichertemperatur von 60 °C und einer Zapftemperatur von 45 °C ausgegangen.

Speicher	Empfohlener Warmwasserbedarf pro Tag bei Speichertemperatur 60 °C und Zapftemperatur 45 °C in [l]	Empfohlene Personenzahl bei einem Warmwasserbedarf pro Person und Tag von			Speicher-Inhalt in [l]	Empfohlene Anzahl Kollektoren FCC, FKC und FKT
		40 l Niedrig	50 l Durchschnitt	75 l Hoch		
SK 300-5 solar	200...250	bis 6	bis 5	bis 3	290	2...3
SK 290-5 solar	200...250	bis 6	bis 4	bis 3	290	2...3
SK 400-5 solar	250...300	bis 8	bis 6	bis 4	380	3...4
SK 500-1 solar	300...400	bis 10	bis 8	bis 5	449	4...5

Tab. 50 Richtwerte zur Auswahl des Warmwasserspeichers

Personenanzahl

Für die Auslegung einer Trinkwassersolaranlage für Ein- und Zweifamilienhäusern kann auf Erfahrungswerte zurück gegriffen werden. Auf die optimale Auslegung von Kollektorfeldgröße, Speicher und Solarrohrgruppe für die Kollektoranlage zur Warmwasserbereitung haben folgende Faktoren besonderen Einfluss:

- Standort (Sonnenstrahlung)
- Dachneigung (Kollektorneigungswinkel zur Sonne)
- Dachausrichtung (Kollektorausrichtung nach Süden)
- Warmwasser-Verbrauchsprofil

Zu berücksichtigen sind auch Zapftemperatur entsprechend der vorhandenen oder geplanten sanitären Ausstattung, die Anzahl von Personen und deren Durchschnittsverbrauch pro Tag. Ideal sind Informationen über spezielle Gewohnheiten und Komfortansprüche.

Warmwasserbedarf pro Tag und Person	Personenzahl 2	3	4	5	6	7	8
Kollektortype FCC-2 (maximal 10 Kollektoren pro Reihe)							
40 l (niedrig)	2	2	3	4	5	6	7
50 l (Durchschnitt)	2	3	4	5	6	7	8
75 l (sehr hoch)	3	4	6	8	9	11	12
Kollektortype FKC-2 (maximal 10 Kollektoren pro Reihe)							
40 l (niedrig)	2	2	3	3	4	5	6
50 l (Durchschnitt)	2	3	3	4	5	6	6
75 l (sehr hoch)	2	4	5	6	7	9	9
Kollektortype FKT-2 (maximal 10 Kollektoren pro Reihe)							
40 l (niedrig)	-	2	2	3	4	4	5
50 l (Durchschnitt)	2	2	2	3	3	4	4
75 l (sehr hoch)	2	2	3	4	4	5	5
Kollektortype VK 140-1/VK 280-1 (maximal 36 Röhren pro Reihe, VK 140-1 = 6 Röhren, VK 280-1 = 12 Röhren)							
40 l (niedrig)	12	12	12	18	18	24	24
50 l (Durchschnitt)	12	12	18	18	24	24	30
75 l (sehr hoch)	12	18	24	24	24	30	30
Kollektortype VK 230-1 (maximal 4 Kollektoren pro Reihe)							
40 l (niedrig)	2	2	2	2	2	3	3
50 l (Durchschnitt)	2	2	2	2	2	3	3
75 l (sehr hoch)	2	2	3	3	4	-	-

Tab. 51 Anzahl Kollektoren oder Vakuumröhren in Abhängigkeit von Warmwasserbedarf pro Tag und Personenanzahl

Beispiel:

- Gesucht:
  - Speichertyp
  - Anzahl der benötigten Kollektoren FKT-2
- Gegeben: 4-Personen-Haushalt mit 200 l Warmwasserbedarf pro Tag, Solaranlage zur Warmwasserbereitung
- Lösung:
  - SK 290-5 solar (energetisch optimale hohe Bauform)
  - Alternativ SK 300-5 solar (niedrige Bauform)
  - 2x FKT-2 (→ Tabelle 51)

Optimaler Neigungswinkel für Kollektoren

Verwendung der Solarwärme für	Optimaler Neigungswinkel der Kollektoren
Warmwasser	30...45°
Warmwasser + Heizungsunterstützung	40...50°
Warmwasser + Schwimmbad	30...45°
Warmwasser + Heizungsunterstützung + Schwimmbad	40...50°

Tab. 52 Neigungswinkel der Kollektoren in Abhängigkeit von der Verwendung der Solaranlage

Der optimale Neigungswinkel hängt von der Verwendung der Solaranlage ab. Die kleineren optimalen Neigungswinkel für Warmwasserbereitung und Schwimmbadbeheizung berücksichtigen den höheren Sonnenstand im Sommer, wenn der eigentliche Bedarf für die Warmwasserbereitung und auch für das Schwimmbad am höchsten ist. Die größeren optimalen Neigungswinkel für Heizungsunterstützung sind auf den niedrigeren Sonnenstand in der Übergangszeit ausgelegt.

Kollektorausrichtung nach der Himmelsrichtung

Die Ausrichtung nach der Himmelsrichtung hat, wie der Neigungswinkel der Solarkollektoren, Einfluss auf die thermische Energie, die ein Kollektorfeld liefert. Im Bezug auf die Kollektorausrichtung wird immer wieder der Begriff „Azimut“ verwendet. Dieser Begriff meint den Sonnenstand im Sommer bei einer Winkelabeichung von 0° von der Südausrichtung.

Das Ausrichten des Kollektorfelds nach Süden mit einer Abweichung von bis zu 10° nach Westen oder Osten und einem Neigungswinkel von 35°...45° ist die Voraussetzung für maximalen Solarenergieertrag bei Anlagen zur Warmwasserbereitung. Bei Anlagen, die zusätzlich die Heizung unterstützen, ist der optimale Neigungswinkel steiler und hängt von der Ausrichtung des Kollektorfelds ab.

Bei der Kollektormontage auf einem Steildach oder an einer Fassade ist die Ausrichtung des Kollektorfelds identisch mit der Dach- oder Fassadenausrichtung. Wenn die Kollektorfeldausrichtung nach Westen oder Osten abweicht, treffen die Sonnenstrahlen nicht mehr optimal auf die Absorberfläche. Das führt zu einer Minderleistung des Kollektorfeldes.

Nach Tabelle 53 und Tabelle 54 ergibt sich bei jeder Abweichung des Kollektorfelds in Neigung und Himmelsrichtung ein Korrekturfaktor. Die unter Idealbedingungen bestimmte Kollektorfläche wird mit dem Korrekturfaktor der Neigung und mit dem der Abweichung aus der Südrichtung multipliziert. Als Resultat erhält man die notwendige Kollektorfläche für die vorgegebenen Parameter Neigungswinkel und Ausrichtung.

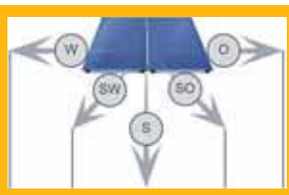
	Korrekturfaktor Neigung				
Neigungswinkel	**30°**	**40°**	**50°**	**60°**	**70°**
Ganzjahresbetrieb[1)]	1,3	1,0	1,0	1,3	1,5
Sommerbetrieb[2)]	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5

Tab. 53 Korrekturfaktor Neigungswinkel Betriebsarten

1) Warmwassersolaranlage für den Ganzjahresbetrieb

2) Warmwassersolaranlage für den überwiegenden Sommerbetrieb

VK 230-1 in liegender Montage ist als Sonderanwendung separat zu planen und zu simulieren.



	Himmelsrichtung				
	W	**SW**	**S**	**SO**	**O**
Azimut des Kollektors	90°	45°	0	–45°	–90°
Korrekturfaktor Flachkollektor	1,5	1,3	0	1,5	2
Korrekturfaktor Vakuumröhrenkollektor	1,3	1,2	0	1,2	1,3

Tab. 54 Korrekturfaktor Azimut für Flach- und Vakuumröhrenkollektoren

Beispiel für Warmwasserbereitung

- Gegeben:
  - 4 Personen-Haushalt mit 200 l Warmwasserbedarf pro Tag
  - Neigungswinkel 30° bei Überdach- oder Indachmontage
  - Abweichung nach Südwesten 45°
- Anwenden der Tabellen:
  - 2 Kollektoren FKT-2 (→ Tabelle 53)
    2 Kollektoren × 1,0 (Neigung) × 1,3 (Azimut)
    = 2,6 Kollektoren
- Ergebnis:
  - 2,6 Kollektoren = gerundet 3 Kollektoren FKT-2

7.2.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Ein- und Zweifamilienhäusern

Kollektoranzahl

Die Auslegung des Kollektorfeldes für eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ist direkt abhängig vom Wärmebedarf des Gebäudes und der gewünschten solaren Deckungsrate. In der Heizperiode wird generell nur eine Teildeckung erreicht.

Die Diagramme in Bild 148 bis Bild 150 basieren auf einer Beispielrechnung mit folgenden Anlagenparametern:

- Hochleistungs-Flachkollektoren FKT-2, FKC-2 oder Vakuumröhrenkollektoren VK...-1
  - FKT-2/FKC-2:
    Kombi-Pufferspeicher SP 750 Solar (für mehr als 5 Kollektoren: SP 750/900-1 solar, PF 800/1000 solar, P500/750/1000-5 S-solar + Frischwasserstation)
  - VK...-1 - Vakuumröhrenkollektoren:
    Kombi-Pufferspeicher SP 750 Solar (für mehr als 36 Röhren: SP 750/900-1 solar, PF 800/1000 solar, P500/750/1000-5 S-solar + Frischwasserstation)
- 4-Personen-Haushalt mit 200 l Warmwasserbedarf pro Tag
- Dachausrichtung nach Süden
- Dachneigung 45°
- Standort Würzburg
- Niedertemperaturheizung mit ϑ_V = 40 °C, ϑ_R = 30 °C
- Zapftemperatur 45 °C

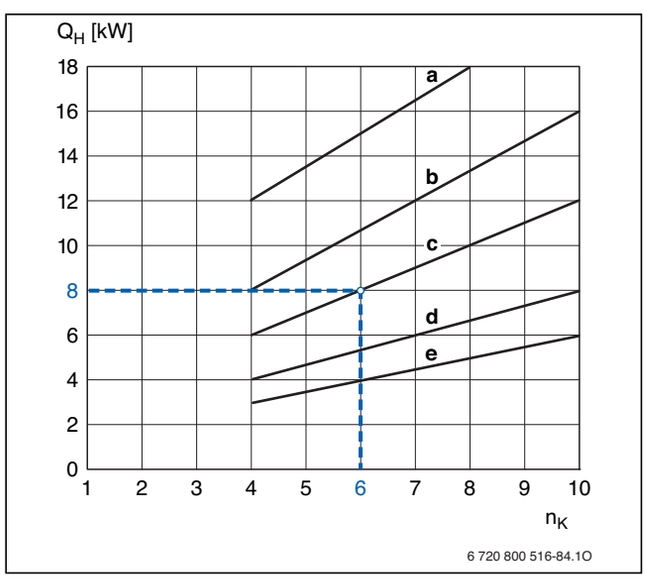


Bild 148 Diagramm zur überschlägigen Bestimmung der Kollektoranzahl FKT-2 für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (Beispiel hervorgehoben)

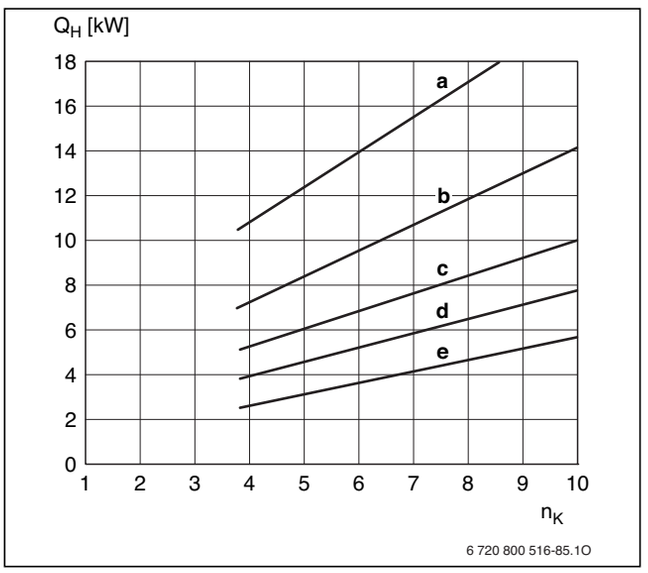


Bild 149 Diagramm zur überschlägigen Bestimmung der Kollektoranzahl FKC-2 für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

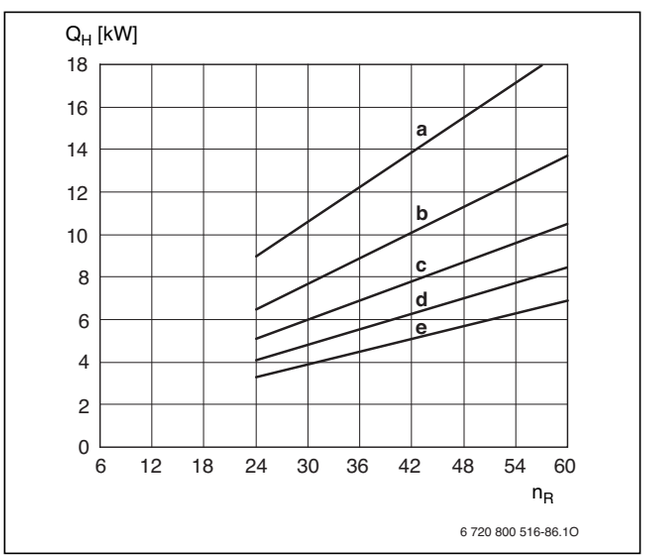


Bild 150 Diagramm zur überschlägigen Bestimmung der Röhrenanzahl bei VK 140-1/VK 280-1 für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Legende zu Bild 148, Bild 149 und Bild 150:

n_K	Anzahl der Kollektoren
n_R	Anzahl der Röhren
Q_H	Heizlast des Gebäudes
a	15 % Deckungsrate des Gesamt-Jahreswärmebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizung
b	20 % Deckungsrate des Gesamt-Jahreswärmebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizung
c	25 % Deckungsrate des Gesamt-Jahreswärmebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizung
d	30 % Deckungsrate des Gesamt-Jahreswärmebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizung
e	35 % Deckungsrate des Gesamt-Jahreswärmebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizung

Beispiel zur Verwendung der Diagramme

- Gegeben:
  - Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung für Fußbodenheizung mit einer Heizlast von 8 kW (160 m^2 beheizte Fläche)
  - Gewünschte Deckung 25 %
- Gesucht:
  - Anzahl der benötigten Kollektoren
- Ergebnis:
  - Nach Diagramm in Bild 148, Kurve c, sind 6 Hochleistungs-Flachkollektoren FKT-2 erforderlich.

Überschlägige Auslegung des Kollektorfelds

Neben den Auswahldiagrammen besteht die Möglichkeit über die folgenden Varianten die Größe des Kollektorfelds und des Puffers für die Heizungsunterstützung in Ein- bis Zweifamilienhäusern zu bestimmen.

Größe Kollektorfeld:

- Das 2- bis 2,5-fache der Brutto-Kollektorfläche für die solare Warmwasserbereitung
- 1 m^2 Brutto-Kollektorfläche pro 10 m^2 beheizte Wohnfläche
- Zusätzlich zur Kollektoranzahl zur Warmwasserbereitung pro kW Heizlast 1 m^2 Brutto-Kollektorfläche

Der Puffer sollte ein Volumen von min. 70 l/m^2 Brutto-Kollektorfläche aufweisen. Als Minimum zur Förderung bei Flachkollektoren sind 40 l/m^2 Mindestvolumen vorgeschrieben. Das Mindestvolumen für Vakuumröhrenkollektoren beträgt 50 l/m^2 Brutto-Kollektorfläche.

Bei größeren und komplexeren Anlagen kann die Checkliste im Anhang dieser Planungsunterlage vollständig ausgefüllt an die Junkers Planungsabteilung (junkers.planung@de.bosch.com) gesendet werden. Wir erstellen Ihnen gerne einen Anlagenvorschlag.

Korrekturfaktoren für Abweichungen von der Südausrichtung und vom optimalen Neigungswinkel

Für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung finden, abhängig von den verwendeten Kollektoren, folgende Korrekturfaktoren Anwendung.

Neigungswinkel	Korrekturfaktoren bei Abweichung der Kollektorausrichtung von der südlichen Himmelsrichtung												
	Abweichung nach Westen um						Süden	Abweichung nach Osten um					
	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°	–15°	–30°	–45°	–60°	–75°	–90°
60°	2,43	1,74	1,41	1,23	1,12	1,07	1,06	1,08	1,15	1,28	1,51	1,99	3,00
55°	2,28	1,66	1,36	1,18	1,09	1,04	1,02	1,04	1,11	1,23	1,45	1,87	2,72
50°	2,15	1,61	1,33	1,16	1,07	1,02	1,01	1,03	1,10	1,20	1,40	1,76	2,52
45°	2,06	1,57	1,31	1,15	1,06	1,01	1,00	1,02	1,08	1,19	1,38	1,70	2,37
40°	2,00	1,54	1,30	1,15	1,07	1,02	1,01	1,03	1,09	1,19	1,37	1,66	2,25
35°	1,95	1,54	1,30	1,17	1,09	1,04	1,02	1,05	1,10	1,20	1,37	1,64	2,15
30°	1,93	1,55	1,33	1,20	1,11	1,07	1,06	1,08	1,13	1,23	1,39	1,63	2,10
25°	1,91	1,58	1,37	1,25	1,17	1,12	1,11	1,12	1,18	1,27	1,42	1,64	2,04

Tab. 55 Korrekturfaktoren bei Südabweichung der Solarkollektoren FKT-2 und FKC-2 für verschiedene Neigungswinkel

Neigungswinkel	Korrekturfaktoren bei Abweichung der Kollektorausrichtung von der südlichen Himmelsrichtung												
	Abweichung nach Westen um						Süden	Abweichung nach Osten um					
	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°	–15°	–30°	–45°	–60°	–75°	–90°
90°	3,2	2,3	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	2,3	3,2
80°	2,7	2,0	1,6	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,7
70°	2,2	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,7	2,2
60°	2,1	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,6	2,1
50°	2,1	1,6	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,6	2,1
40°	2,0	1,6	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,6	2,0
30°	2,0	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	2,0
20°	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
15°	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0

Tab. 56 Korrekturfaktoren bei Südabweichung der Vakuumröhrenkollektoren VK...-1 für verschiedene Neigungswinkel

Speicherauswahl

Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sollten möglichst mit einem Speichersystem, einer Puffer-Frischwasserstation oder einem Kombispeicher betrieben werden. Bei der Speicherauswahl ist darauf zu achten, dass der Trinkwasser-Bereitschaftsteil dem Nutzungsverhalten der Benutzer entspricht.

Tabelle 57 zeigt Richtwerte zur Auswahl eines (Kombi-) Pufferspeichers in Abhängigkeit vom Warmwasserbedarf pro Tag und Personenzahl sowie die empfohlene Anzahl Kollektoren. Um Stagnationszeiten gering zu halten, sollte ein Mindestpuffervolumen von 70 l/m^2 Brutto-Kollektorfläche angesetzt werden. Als Minimum zur Förderung bei Flachkollektoren sind 40 l/m^2 Mindestpuffervolumen vorgeschrieben. Das Mindestvolumen für Vakuumröhrenkollektoren beträgt 50 l/m^2 Brutto-Kollektorfläche.

Eine Auslegung des Gesamtdeckungsanteils kann nach den Diagrammen in den Bildern 148 bis 150, Seite 114 erfolgen. Ein detailliertes Ergebnis erbringt eine Simulation mit einem geeigneten Simulationsprogramm.

Kombi-Pufferspeicher	Warmwasserbedarf pro Tag bei Speichertemperatur 60 °C und Zapftemperatur 45 °C in [l]	Personenzahl	Speicherinhalt Trinkwasser/ Gesamtinhalt in [l]	Anzahl [1] Kollektoren FKT-2 FKC-2	Anzahl[1] Röhren VK 140-1 VK 280-1	Anzahl[1] Kollektoren VK 230-1
SP 750 Solar	200...250	ca. 3...5	195/750	4...5	36...48	6...8
PF 500 solar	150...200	ca. 2...4	– [2]/500	4...5	30...36	5...6
KWS 800 solar	200...250	ca. 3...5	– [2]/800	5...6	36...48	6...8
PF 1000 solar	250...350	ca. 3...6	– [2]/1000	7...8	48...60	8...10
SP 500-1 solar	150...200	ca. 2...4	144/466	4...5	30...36	5...6
SP 750-1 solar	200...250	ca. 3...5	144/716	5...6	36...48	6...8
SP 900-1 solar	250...350	ca. 3...9	187/877	7...8	48...60	8...10
P 500-5 S-solar und FWST-2	150...200	ca. 2...4	– [3]/500	4...5	30...36	5...6
P 750-5 S-solar und FWST-2	200...250	ca. 3...5	– [3]/750	5...8	36...48	6...8
P 1000-5 S-solar und FWST-2	250...350	ca. 3...6	– [3]/1000	8...10	48...60	8...10

Tab. 57 Richtwerte zur Auswahl eines Kombispeichers

1) Auslegung der Kollektoranzahl → Seite 114

2) Frischwasser-Wärmetauscher

3) Frischwasserstation FWST-2

Alternativ besteht die Möglichkeit, anstatt einer Kombi-Speicheranlage eine 2-Speicher-Anlage zu installieren. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn ein erhöhter Warmwasserbedarf oder ein erhöhtes Puffervolumen durch weitere Verbraucher besteht. In Tabelle 58 sind die möglichen Puffer-Warmwasserspeicher-Kombinationen mit der möglichen Kollektoranzahl aufgeführt. Aus wirtschaftlichen Gründen muss die Speichermaximaltemperatur des Warmwasserspeichers auf 60°C eingestellt werden.

Vorab sollte jedoch immer die flexiblere und energetisch sowie wirtschaftlich optimale Anlagenvariante Pufferspeicher mit einer Frischwasserstation geprüft werden.

Pufferspeicher	Pufferinhalt in [l]	Warmwasserspeicher	Speicherinhalt in [l]	Maximalanzahl[1] Kollektoren FKT-2 FKC-2	Maximalanzahl[1] Röhren VK 140-1 VK 280-1	Maximalanzahl[1] Kollektoren VK 230-1
P 500-5 S-solar	500	SKE 29-5 solar	290	5	36	6
		SKE 300-5 solar	290			
P 750-5 S-solar	750	SKE 400-5 solar	380	7	48	9
P 1000-5 S-solar	1000	SK 500-1	449	9	72	12

Tab. 58 Richtwerte zur Auswahl von Pufferspeicher und Bereitschaftsspeicher in 2-Speicher-Anlagen

1) Auslegung der Kollektoranzahl → Seite 114

Pufferspeicher mit gleichem Pufferinhalt, aber ohne integrierten Solar-Glattrohrwärmetauscher, können über die Hydraulikgruppe SBT angeschlossen werden.

Prüfen Sie, ob der Bereitschaftsteil für den Warmwasserbedarf ausreichend ist.

7.2.3 Mehrfamilienhäuser mit 3 bis 5 Wohneinheiten

Warmwassertemperatur in Großanlagen

Bei Großanlagen im Sinne des Arbeitsblatts DVGW W 551 (Verhinderung von Legionellenbildung) muss das Wasser am Warmwasseraustritt des Warmwasserspeichers stets eine Temperatur von ≥ 60 °C haben. Der gesamte Inhalt des Solarteils ist mindestens einmal am Tag auf ≥ 60 °C zu erwärmen (→ Tabelle 49, Seite 108).

Bivalenter Speicher in Großanlagen

Bei kleinen Mehrfamilienhäusern können der Solarteil (das rein von der Solaranlage erwärmte Speichervolumen) und der Bereitschaftsteil (das konventionell beheizte Speichervolumen) in einem bivalenten Speicher vereint werden. Die tägliche Aufheizung wird durch eine Umschichtung zwischen Bereitschaftsteil und Solarteil ermöglicht. Hierzu wird zwischen Warmwasseraustritt und Kaltwassereintritt des bivalenten Speichers eine Verbindungsleitung mit Pumpe vorgesehen. Die Ansteuerung der Pumpe erfolgt über das Solarmodul ISM 2 oder den Solarregler TDS 300 (→ Option E, Seite 73; Bild 152, Seite 118).

Für ein System mit einem Speicher SK 500-1 Solar mit vier oder fünf Kollektoren kann so bei einem Warmwasserbedarf von 100 l bei 60 °C pro Wohneinheit eine solare Deckungsrate von ca. 30 % erreicht werden.

Bei der Auslegung des Speichers ist zu beachten, dass der Warmwasserbedarf auch ohne Solarertrag über die konventionelle Nachheizung gedeckt werden kann.

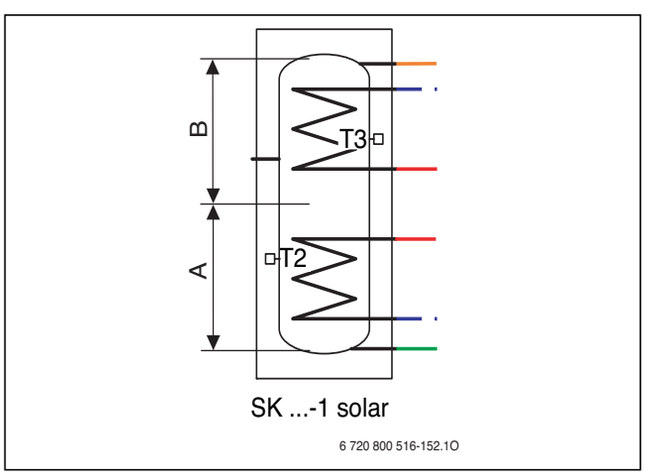


Bild 151 Aufteilung des Volumens eines bivalenter Speichers

A Solarteil
B Bereitschaftsteil

Tägliche Aufheizung/Antilegionellenschaltung

Um die Antilegionellenschaltung erfolgreich einzusetzen, müssen dieselben Bedingungen wie für Mehrfamilienhäuser mit bis zu 30 Wohneinheiten eingehalten werden (→ Seite 121).

Anlagenschema

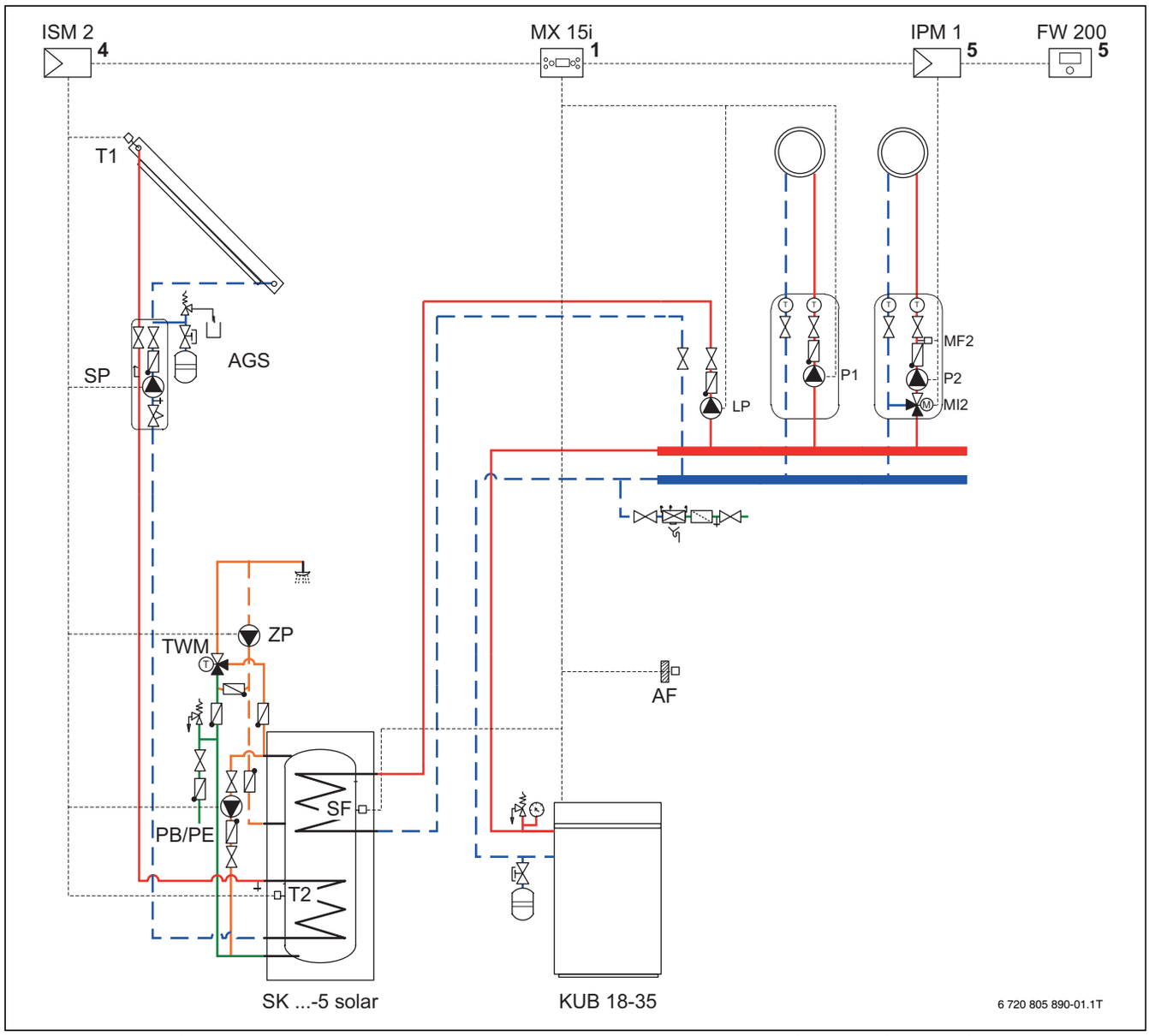


Bild 152 Beispiel für die hydraulische Einbindung eines bivalenten Speichers in Großanlagen für Mehrfamilienhäuser mit 3 bis 5 Wohneinheiten; Steuerung der Speicherumschichtung und Antilegionellenschaltung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551 durch ISM 2

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation AGS...
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
IPM 1	Lastschaltmodul für einen Heizkreis
ISM 2	Solarmodul
KUB...	Öl-Brennwertkessel Suprapur-O
LP	Speicherladepumpe
MF2	Vorlauftemperaturfühler
MI2	3-Wege-Mischer
MX15i	Bedienfeld
PB	Pumpe für Trinwasserumladesystem
PE	Pumpe für thermische Desinfektion
SF	Warmwasser-Temperaturfühler
SK...-5 solar	Warmwasser-Vorwärmspeicher
SP	Solarpumpe
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler
P1...2	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
ZP	Zirkulationspumpe

7.3 Mehrfamilienhäuser mit höherem Warmwasserbedarf

Möglichkeiten für solarthermische Anlagen in größeren Mehrfamilienhäusern

Solare Großanlagen benötigen besondere Aufmerksamkeit bei der Auslegung.

Folgende Grundsysteme für größere Mehrfamilienhäuser mit verschiedenen Einsatzzwecken bieten sich an. Alle beschriebenen Systeme können mit einer solaren Heizungsunterstützung optional kombiniert werden.

Modernisierung - bestehende Kessel und Warmwasserbereitung bleiben erhalten:

- 2-Speicher-Anlage
  Vor dem bestehenden Warmwasserspeicher wird ein weiterer Warmwasserspeicher als Vorwärmstufe eingesetzt, der nur durch die Solaranlage beladen wird. Der Kaltwasseranschluss erfolgt am Vorwärmspeicher und es wird damit das Kaltwasser vorerwärmt. Besonders zu berücksichtigen sind die Maßnahmen zur Legionellen-Prävention. Dieses System wird im Abschnitt Tägliche Aufheizung/Antilegionellenschaltung beschrieben. Das System ist in Kapitel 2.11, Seite 27 dargestellt und wird im Kapitel 7.3.1, Seite 119 mit Systembeschreibungen und Auslegungshinweisen beschrieben.
- Vorwärmsystem TF
  Vor dem bestehenden Warmwasserspeicher wird eine Frischwasserstation TF 27-2 oder TF 40-2 installiert. Ein dazugehöriger Pufferspeicher wird solar beladen, aus dem sich die Frischwasserstation die notwendige Wärmeenergie entnimmt. Der Kaltwasseranschluss erfolgt hier an der Frischwasserstation und es wird damit das Kaltwasser im Durchfluss durch die Frischwasserstation erwärmt. Das System ist aufgrund des maximalen Durchflusses durch die Frischwasserstationen von maximal 40 l/min bis maximal 18 Wohneinheiten begrenzt. Dieses System wird im Anlagenschema 2.12 auf Seite 29 ff. dargestellt und in der Planungsunterlage Warmwasser (Dokumentennummer 6 720 801 976; bei Redaktionsschluss noch in Bearbeitung) beschrieben.
- Vorwärmsystem TS
  Vor dem bestehenden Warmwasserspeicher wird ein Trinkwarmwasser-Vorwärmspeicher in Reihe installiert, der einen Teil des Spitzenvolumenstroms bereits speichert. Eine Entladestation TS 40/65/100-2 wird zwischen einen Pufferspeicher und den Vorwärmspeicher installiert. Ein dazugehöriger Pufferspeicher wird solar beladen, aus dem sich die Entladestation die notwendige Wärmeenergie entnimmt. Der Kaltwasseranschluss erfolgt hier parallel an der Entladestation und dem Vowärmspeicher. Über den Tag wird der Vorwärmspeicher durch die Pufferspeicher-Entladestation auch ohne Zapfung beladen, je nach verfügbarer Solarenergie im Pufferspeicher. Bei einer Spitzenzapfung strömt das Kaltwasser durch den erwärmten Vorwärmspeicher und parallel über die Entladestation, wo die Kaltwasser-Erwärmung im Durchfluss erfolgt (analog der Schichtladetechnik). Der Vorwärmspeicher sollte ca. 30...50 % des Spitzenbedarfs abdecken können. Die fehlende Leistung sollte der Entladestation entsprechen. Das System ist für hohe Warmwasser-Spitzenbedarfe, die in sehr kurzer Zeit am Tag benötigt werden, geeignet. So kann über den Tag der Vorwärmspeicher durch die Solarenergie beladen werden und steht beim Spitzenbedarf und ausreichender Solarenergie geladen zur Verfügung und die Beladung erfolgt gegenüber dem Vorwärmsystem TF unabhängig einer Warmwasser-Zapfung. Dieses System wird in Kapitel 2.13, Seite 31 dargestellt und in der Planungsunterlage Warmwasser (Dokumentennummer 6 720 801 976; bei Redaktionsschluss noch in Bearbeitung) beschrieben.

Neubau: Die Warmwasserbereitung wird komplett erneuert.

- Bei einem Neubau ist fast immer ein Frischwassersystem TF zu empfehlen. Die Warmwasserbereitung erfolgt im Durchfluss über eine Frischwasserstation TF...-2. Bei höherem Warmwasserbedarf kann die Frischwasserstation bis zu einem Durchfluss von 160 l/min (4 x TF 40-2, entspricht ca. 159 Wohneinheiten) kaskadiert werden. Der Pufferspeicher kann den Warmwasserbedarf und der Solaranlage flexible angepasst werden. Je nach Anlagengröße sind mehrere Pufferspeicher oder eine Aufteilung in solar beladene Pufferspeicher und einen Pufferspeicher als Bereitschaftsspeicher für die Frischwasserstation notwendig. Vorteil ist hier die sehr hohe flexible und sichere Anlagenplanung an den Warmwasserbedarf. Dieses System wird in den Anlagenschemen 2.8– 2.10, Seite 21 ff. dargestellt und in der Planungsunterlage Warmwasser (Dokumentennummer 6 720 801 976 (bei Redaktionsschluss noch in Bearbeitung)) beschrieben.

7.3.1 Auslegung einer 2-Speicher-Anlage

2-Speicher-Anlage mit Vorwärmstufe

Systeme mit Warmwasserspeichern eignen sich gut für die Nachrüstung, da die Vorwärmstufe und der Bereitschaftsteil durch separate Speicher realisiert werden. Vorwärmstufe und Bereitschaftsspeicher können also getrennt dimensioniert werden. Die Solltemperatur für den Bereitschaftsspeicher beträgt mindestens 60 °C (Bedingung nach DIN 1988-200 und DVGW W 551). Damit die Solaranlage das gesamte Speichervolumen nutzen kann, ist die solare Beladung bis auf 85 °C freizugeben. Das Solar-Funktionsmodul ISM 2 oder der Solarregler TDS 300 schalten die Pumpe PS2 für die Umladung zwischen den beiden Speichern ein, wenn der Vorwärmspeicher wärmer als der Bereitschaftsspeicher ist. Damit werden oberhalb der Solltemperatur beide Speicher beladen, und es ist auch eine solare Deckung des Zirkulationswärmeaufwands möglich (→ Option B, Seite 70).

Wenn die geforderte Schutztemperatur von 60 °C nicht über den Tag erreicht wurde, wird die Umladung in der Nacht zu einer vorgegebenen Zeit gestartet.

VORSICHT: Verbrühungsgefahr!

▶ Mischeinrichtung im Warmwasseranschluss als Verbrühschutz vorsehen.

Anlagenschema

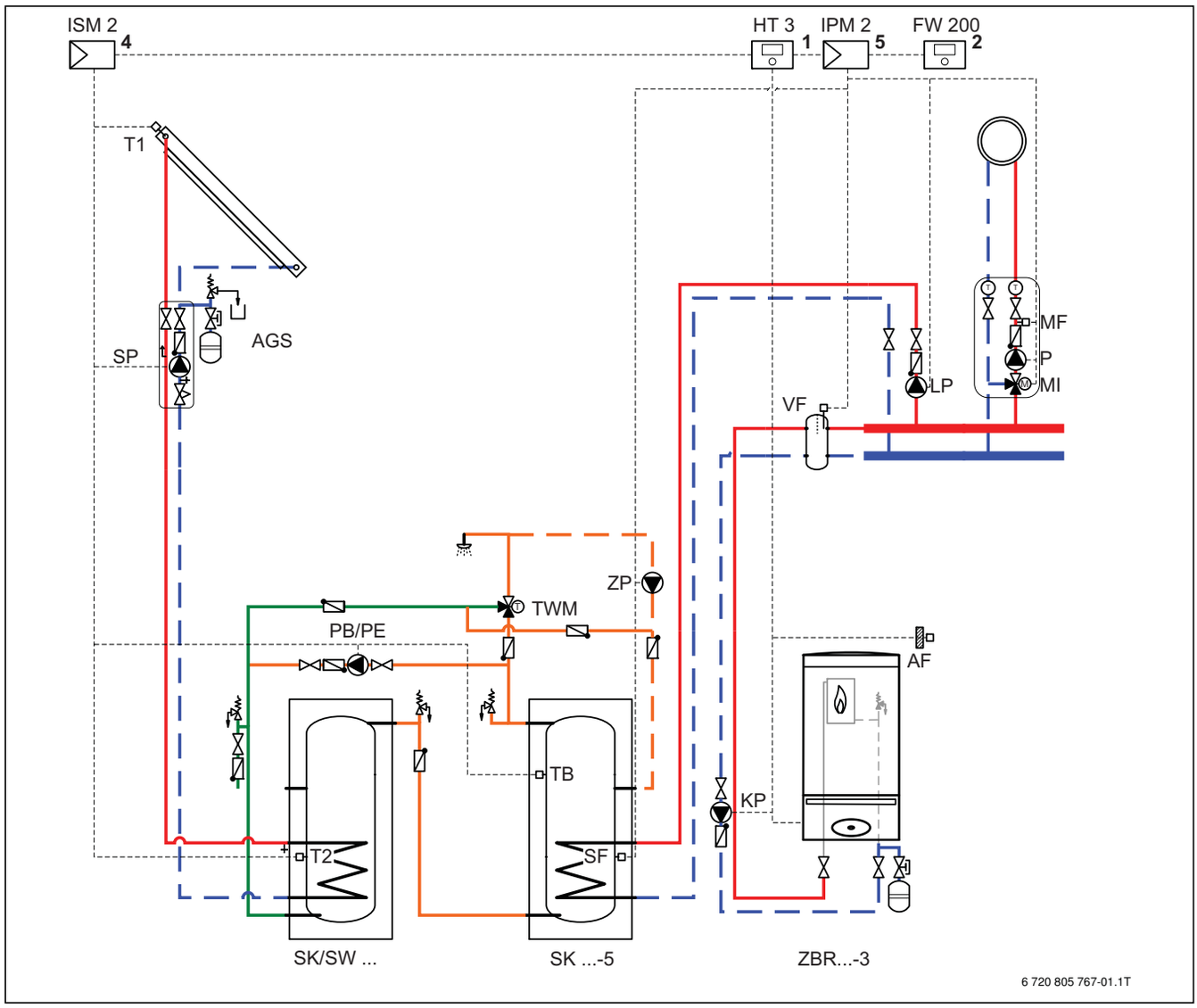


Bild 153 Solare WW-Erwärmung mit Vorwärmspeicher

Position des Moduls:

1 Am Wärmeerzeuger
2 Am Wärmeerzeuger oder an der Wand
4 In der Station oder an der Wand
5 An der Wand

AF	Außentemperaturfühler
AGS	Solarstation
FW 200	Außentemperaturgeführter Regler
HT 3	Heatronic 3®
IPM 2	Lastschaltmodul für 2 Heizkreise
ISM 2	Solarmodul
KP	Kesselkreispumpe
LP	Speicherladepumpe
MF	Mischerkreistemperaturfühler
MI	3-Wege-Mischer
P	Heizungspumpe (Sekundärkreis)
PB	Pumpe für Trinwasserumladesystem
PE	Pumpe für thermische Desinfektion
SK...-5	Warmwasser-Bereitschaftsspeicher
SK/SW	Warmwasser-Vorwärmspeicher
SF	Speichertemperaturfühler (Heizgerät)
SP	Solarpumpe
T1	Kollektortemperaturfühler
T2	Speichertemperaturfühler unten (Solarspeicher)
TB	Temperaturbegrenzer
TWM	Thermostatischer Trinkwassermischer
VF	Vorlauftemperaturfühler
ZBR...	Gas-Brennwertgerät
ZP	Zirkulationspumpe

Dieses Schaltbild ist nur eine schematische Darstellung und gibt einen unverbindlichen Hinweis auf eine mögliche hydraulische Schaltung. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den gültigen Normen und örtlichen Vorschriften auszuführen.

Tägliche Aufheizung/Antilegionellenschaltung

Die grundsätzlichen Bedingungen zur Speicherumschichtung sind auf Seite 102 beschrieben. Die Bedingungen zur Verhinderung von Legionellenwachstum nach DIN 1988-200 und DVGW W 551 sind auf Seite 108 beschrieben.

Um die Antilegionellenschaltung erfolgreich einzusetzen, müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Die Antilegionellenschaltung der Vorwärmstufe muss in Zeiten ohne Zapfung gelegt werden. Diese Forderung wird am ehesten in der Nacht erfüllt.
- Der Volumenstrom der Antilegionellenschaltung soll so eingestellt werden, dass der Vorwärmspeicher mindestens zweimal pro Stunde umgewälzt wird. Wir empfehlen den Einsatz einer 3-stufigen Pumpe, die entsprechende Reserven bietet.
- Die Speichertemperatur des Bereitschaftsspeichers darf auch in der Zeit der Antilegionellenschaltung die Grenze von 60 °C nicht unterschreiten. Damit das Temperaturniveau im Bereitschaftsspeicher nicht absinkt, darf die Wärmeleistung für die Antilegionellenschaltung nicht größer sein als die maximale Wärmeleistung der konventionellen Nachheizung des Bereitschaftsspeichers.
- Um die Wärmeverluste zwischen Bereitschaftsspeicher und Vorwärmspeicher möglichst gering zu halten, muss die Wärmedämmung der Rohrleitung besonders sorgfältig ausgeführt sein und erhöhtem Wärmedämmstandard entsprechen.
- Die Länge der Rohrleitungen für die thermische Desinfektion soll so kurz wie möglich gehalten werden (örtliche Nähe von Vorwärm- zu Bereitschaftsspeicher).
- Die Warmwasserzirkulation sollte bei der Antilegionellenschaltung der Vorwärmstufe ausgeschaltet sein (keine Abkühlung durch den Rücklauf aus der Zirkulation in den Bereitschaftsspeicher).
- Wenn das Regelgerät für die Ladung des Bereitschaftsspeichers eine Funktion zur temporären Anhebung der Solltemperatur im Speicher besitzt, muss das Zeitfenster dieser Funktion einen Vorlauf (z. B. 0,5 h) vor dem Zeitfenster der Antilegionellenschaltung des Vorwärmspeichers haben (Synchronisation beider Zeitfenster erforderlich).
- Die Funktion der Antilegionellenschaltung ist während einer Inbetriebnahme des Systems zu prüfen. Die Bedingungen dabei sind so zu wählen, dass sie dem späteren Betrieb entsprechen.

Auslegung der Brutto-Kollektorfläche

Für die Auslegung der Brutto-Kollektorfläche ist bei Objekten mit einem gleichmäßigen Verbrauchsprofil, wie z. B. in einem Mehrfamilienhaus, eine Auslastung von 70 l...75 l täglicher Warmwasserbedarf bei 60 °C pro m^2 Brutto-Kollektorfläche anzusetzen.

Der Warmwasserbedarf ist entsprechend vorsichtig abzuschätzen, da eine niedrigere Auslastung bei diesem System zu starker Erhöhung der Stagnationszeiten führt. Eine höhere Auslastung trägt zur Verbesserung der Robustheit des Systems bei. Um ein möglichst gut abgestimmtes System mit einem entsprechend genau dimensionierten Kollektorfeld für den tatsächlichen Bedarf zu erhalten, empfehlen wir, immer eine Simulation der Anlage durchzuführen (→ Seite 110).

Vereinfachend können unter Beachtung der angegebenen Randbedingungen folgende Formeln angewendet werden:

$$n_{FKT} = 0{,}6 \cdot n_{WE}$$

$$n_{FKC} = 0{,}7 \cdot n_{WE}$$

$$n_{VK} = 6 \cdot n_{WE}$$

F. 1 Berechnung erforderliche Anzahl Solarkollektoren FKT-2, FKC-2 und VK 140-1/ 280 in Abhängigkeit von der Anzahl der Wohneinheiten (Randbedingungen beachten!)

n_{FKT}Anzahl der Solarkollektoren FKT-2
n_{FKC}Anzahl der Solarkollektoren FKC-2
n_{VK}Anzahl der VK-Röhren
(1 x VK 280-1 = 12 Röhren;
1 x VK 140-1 = 6 Röhren)
n_{WE}Anzahl der Wohneinheiten
Randbedingungen für Formel 1

- Antilegionellenschaltung um 2:00 Uhr
- Zirkulationsverlust:
  - Neubau: 100 W/WE
  - Altbau: 140 W/WE
- Standort Würzburg
- Vorwärmspeichertemperatur maximal 75 °C, Umschichtung aktiv
- Täglicher Warmwasserbedarf 100 l/WE bei 60 °C

Auslegung Speichervolumen

Die in Reihe geschalteten Warmwasserspeicher müssen über eine Möglichkeit zur Umladung verfügen. Die tägliche Aufheizung muss ebenso wie die Umladung von heißerem Wasser aus dem Vorwärmspeicher in den Bereitschaftsspeicher gewährleistet werden. Das Speichervolumen für die Solaranlage setzt sich dann aus dem Volumen des Vorwärmspeichers und aus dem Volumen des Bereitschaftsspeichers zusammen. Hierzu kann in vielen Fällen das Umlademodul SBL verwendet werden.

Bei der Auswahl des Speichers ist auf die notwendigen Fühlerpositionen zu achten. Ein Speicher mit abnehmbarer Weichschaum-Isolierung bietet die Möglichkeit, zusätzliche Anlegetemperaturfühler z. B. mit Spannbändern zu befestigen.

Vorwärmspeicher
Das minimale Vorwärmspeichervolumen sollte ca. 20 l pro m^2 Brutto-Kollektorfläche betragen:

$$V_{VWS,\,min} = A_K \cdot 20 \cdot l/m^2$$

F. 2 Berechnung minimales Volumen des Vorwärmspeichers in Abhängigkeit von der Brutto-Kollektorfläche

A_KBrutto-Kollektorfläche in m^2
$V_{VWS,min}$Minimales Volumen des Vorwärmspeichers in l
Eine Vergrößerung des spezifischen Speichervolumens erhöht zwar die Robustheit des Systems hinsichtlich Verbrauchsschwankungen, kostet aber auf der anderen Seite einen erhöhten Anteil an konventioneller Energie für die tägliche Aufheizung.

Die maximale Kollektoranzahl für die Vorwärmspeicher SW 290-1...SW 450-1 gemäß Tabelle 59 gilt für eine Speichermaximaltemperatur von 75 °C und eine solare Deckungsrate der Solaranlage bis 30 %. Bei Überschreitung der Speichermaximaltemperatur ist die Wärmeübertragung vom Kollektorkreis nicht gewährleistet. Durch eine Simulation ist nachzuweisen, dass es möglichst nicht zu Stagnation kommt. Dies ist besonders bei Objekten mit eingeschränkter Sommernutzung (z. B. Schulen) wichtig.

Ein Speichertemperaturfühler für den jeweiligen Solarregler (ISM/TDS 300 = SF4, BS 500 = Fühler NTC 10K) ist mit zu berücksichtigen. Der im SW... enthaltene Speichertemperaturfühler kann nicht an einem Solarregler verwendet werden.

Vorwärmspeicher Storacell	Auslegung nach Wärmetauscherfläche[1)]		Auslegung nach Speichervolumen	
	Flachkollektoren	Röhren	Flachkollektoren	Röhren
SW 290–1	6	5	6	4
SW 370–1	9	7	7	6
SW 400–1	14	10	8	7
SW 450–1	12	8	9	7

Tab. 59 Maximale Kollektoranzahl für die Vorwärmspeicher SW ...-1 (bei einer Speichermaximaltemperatur von 75 °C und eine solare Deckungsrate der Solaranlage von 25 % bis 45 %)

1) Wenn nach der Wärmetauscherfläche ausgelegt wird, muss das Gesamtpuffervolumen mit 50 l/m^2 Brutto-Kollektorfläche berechnet werden.

Bereitschaftsspeicher
Der Bereitschaftsspeicher wird von der konventionellen Nachheizung stets auf der Nachheiztemperatur gehalten. Ist genügend Solarertrag verfügbar, heizt die Solaranlage den Bereitschaftsspeicher bis auf die Maximaltemperatur auf. Aus dem Volumen des Bereitschaftsspeichers und der Temperaturdifferenz ($T_{Max} - T_{Nachheiz}$) ergibt sich der in den Bereitschaftsspeicher eintragbare Solarertrag. Der Solarertrag beträgt rund ein Drittel der Speicherkapazität. Die Beladung des Bereitschaftsspeichers ermöglicht auch die Einbindung und solare Deckung des Energiebedarfs für die Zirkulation.

Die Auslegung des Bereitschaftsspeichers erfolgt entsprechend dem konventionellen Wärmebedarf ohne Berücksichtigung des solar beheizten Vorwärmspeichervolumens.

Das spezifische Gesamtspeichervolumen sollte ca. 50 l pro m^2 Brutto-Kollektorfläche betragen:

$$\frac{V_{BS} \div V_{VWS}}{A_K} \geq 50 \;\; l/m^2$$

F. 3 Berechnung minimales Gesamtspeichervolumen von Vorwärmstufe und Bereitschaftsteil pro Quadratmeter Brutto-Kollektorfläche

A_KBrutto-Kollektorfläche in m^2
V_{BS}Volumen des Bereitschaftsspeichers in l
V_{VWS}Volumen des Vorwärmspeichers in l

7.4 Anlagen zur Schwimmbadbeheizung

Die Erwärmung von Schwimmbecken ist für den Einsatz der Solartechnik besonders gut geeignet, da das Beckenwasser nur auf relativ niedrige Temperaturen erwärmt werden muss. Üblich sind bei Schwimmbädern 22°C...26°C. Außenschwimmbäder bieten zusätzlich den Vorteil, dass die solare Wärme nur im Sommer benötigt wird.

Frostschutz beachten!

7.4.1 Wärmehaushalt

Ein Schwimmbecken verliert den weitaus größten Teil seiner Wärme über die Wasseroberfläche.

Der Wärmeverlust ist in erster Linie abhängig von der

- Beckenwassertemperatur
  - Je höher die Wassertemperatur, umso größer die Verluste durch Verdunstung.
- Lufttemperatur
  - Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Beckenwasser und Luft, umso größer die Verluste. In Hallenbädern ist die Luft in der Regel 1 K...3 K wärmer als das Wasser.
- Relativen Luftfeuchtigkeit
  - Je trockener die Luft über der Wasseroberfläche, umso größer sind die Verluste durch Verdunstung. In Hallenbädern liegt die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 55 % und 65 %.
- Fläche des Schwimmbeckens

Diese Verluste lassen sich deutlich reduzieren, wenn die Wasseroberfläche bei Nichtbenutzung abgedeckt wird.

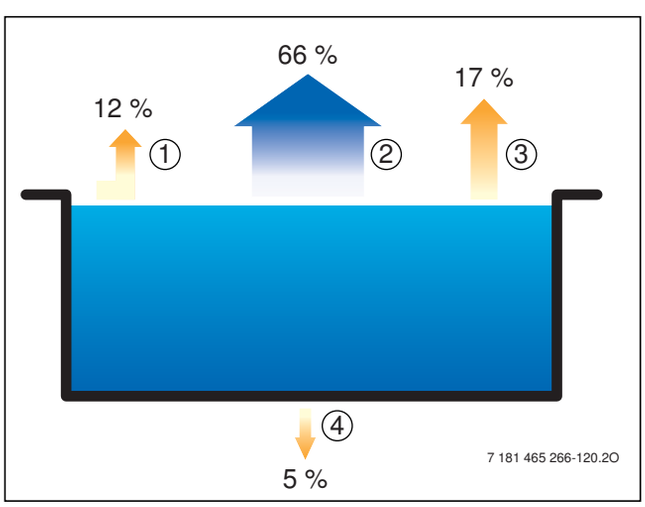


Bild 154 Wärmeverluste Schwimmbecken

[1] Konvektion
[2] Verdunstung
[3] Wärmestrahlung
[4] Wärmeleitung

Da die Wärmeverluste über die Beckenwand relativ gering sind, wird eine Solaranlage zur Schwimmbadbeheizung nach der Beckenfläche dimensioniert. Bei Freibädern kann aus der Dimensionierung keine definierte Wassertemperaturerhöhung abgeleitet werden, weil die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft sowie die relative Luftfeuchtigkeit witterungsabhängig sind.

Weiterer Wärmebedarf besteht durch die Aufheizung von Frischwasser.

Neben Wärmeverlusten sind aber auch Wärmegewinne durch die Sonnenstrahlung, Abwärme der Benutzer und Wärmeleitung bei warmer Umgebungsluft vorhanden. Diese werden aber bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

In Ein- und Zweifamilienhäusern können bei Solaranlagen zur Heizungsunterstützung die Ertragsüberschüsse im Sommer ideal zur Schwimmbadbeheizung eingesetzt werden.

Für die Beheizung werden geeignete Schwimmbad-Wärmetauscher eingesetzt (→ Kapitel 7.4, Seite 123). Die Schwimmbadplattenwärmetauscher SWT 6 und SWT 10 werden über einen Bypass in den Filterkreis des Schwimmbads hydraulisch eingebunden. Der Schwimmbadwärmetauscher SBS wird direkt in den Filterkreis eingesetzt. Der Wärmetauscher ist der zweite Verbraucher neben einem bivalenten Warmwasserspeicher oder einem Pufferspeicher mit Frischwasserstation oder Kombi-Pufferspeicher. Über ein Umschaltventil oder eine zweite Pumpe im Solarkreis kann die Beheizung des Wärmetauschers erfolgen. Ein Hydraulikbeispiel ist in Kapitel 5.4.7, Seite 95 abgebildet.

Soll die solare Schwimmbadbeheizung mit Warmwasserbereitung kombiniert werden, empfehlen wir einen bivalenten Solarspeicher SK...-5 solar mit großem Solar-Wärmetauscher sowie eine Begrenzung der maximalen Speichertemperatur oder einen Pufferspeicher mit Frischwasserstation. Hierbei kann der Solarwärmetauscher flexibel nach der Brutto-Kollektorfläche bestimmt werden. Entweder durch Auswahl eines geeigneten Pufferspeichers mit integriertem Solar-Wärmetauscher oder durch einen externen Plattenwärmetauscher (Hydraulikgruppe SBT(-2)).

7.4.2 Dimensionierung

Die Witterungsbedingungen und die Wärmeverluste des Schwimmbads durch Verdunstung und an das Erdreich beeinflussen die Auslegung stark. Deshalb lässt sich eine Solaranlage zur Erwärmung des Schwimmbadwassers nur mit Näherungswerten auslegen. Grundsätzlich richtet man sich hier nach der Beckenoberfläche. Eine bestimmte Wassertemperatur über mehrere Monate kann nicht garantiert werden.

Der Solarertrag pro Brutto-Kollektorfläche ist nahezu unabhängig vom verwendeten Kollektortyp, da für die Schwimmbadbeheizung nur geringe Kollektortemperaturen erforderlich sind und die Hauptnutzung im Sommer ist. Wenn die Solaranlage auch die Heizung unterstützen soll, sind Hochleistungskollektoren (Flachkollektoren FKT-2 oder Vakuumröhrenkollektoren VK...-1) sinnvoll.

Simulationsprogramme (z. B. Junkers Solarsimulation oder T-SOL) helfen bei der Auslegung. Mit der Software T-SOL können zusätzliche Parameter, wie z. B. Windschutz, Beckenfarbe, Nutzungsdauer und Frischwasserzufuhr berücksichtigt werden.

Bei bestehenden Schwimmbädern mit Nachheizung (Hallen- oder Außenschwimmbad) sollte die Auslegung über gemessene Auskühlverluste erfolgen. Dazu wird die Nachheizung über zwei bis drei Tage abgeschaltet, das Schwimmbad wird gewohnheitsgemäß genutzt und der Temperaturabfall des Beckenwassers gemessen. Danach wird aus dem Temperaturabfall und dem Beckeninhalt der Energiebedarf pro Tag ermittelt. Mit Hilfe des typischen Energieertrags einer Solaranlage an einem sonnenreichen Sommertag von ca. 4 kWh/m^2 Aperturfläche wird die Brutto-Kollektorfläche ausgelegt (Südausrichtung, verschattungsfrei, mittleres Kollektortemperaturniveau 30 °C...40 °C).

Beispiel

- Gegeben:
  - Beckenoberfläche 32 m^2
  - Beckentiefe 1,5 m
  - Energieertrag ca. 4 kWh/m^2
  - Temperaturabfall über 2 Tage: 2 K
- Gesucht:
  - Energiebedarf pro Tag
  - Empfohlene Kollektor-Aperturfläche
- Berechnung:

$$32\ m^2 \cdot 1,5\ m \cdot 1,16\ kWh/m^3 \cdot 1\ K = 55,9\ kWh$$

F. 4 Berechnung Energiebedarf

$$\frac{55,9\ kWh}{4\ kWh/m^2} = 14\ m^2$$

F. 5 Berechnung Kollektoraperturfläche

Wenn die Solaranlage für ein Außenschwimmbad und für die Warmwasserbereitung mit oder ohne Heizungsunterstützung geplant ist, sind die erforderlichen Brutto-Kollektorflächen für Schwimmbad und Warmwasserbereitung zu addieren. Nicht addiert wird die Brutto-Kollektorfläche für die Heizungsunterstützung. Im Sommer bedient die Solaranlage das Außenschwimmbad, im Winter die Heizung. Trinkwasser wird ganzjährig erwärmt.

Die Dimensionierungen gelten nur für kleinere, isoliert und trocken ins Erdreich eingebaute Becken. Liegt das Schwimmbad ohne Isolierung im Grundwasser, muss zuerst das Becken isoliert werden. Anschließend ist eine Wärmebedarfermittlung vorzunehmen.

Für die Auslegung von größeren Hallen- und Freibädern sollte die VDI 2089 berücksichtigt werden.

7.4.3 Richtwerte für Hallenschwimmbäder mit abgedecktem Becken

Voraussetzungen für die Hallenbad-Richtwerte sind:

- Schwimmbecken ist bei Nichtbenutzung abgedeckt (Wärmeschutz)
- Solltemperatur des Beckenwassers beträgt 24 °C

Wenn die gewünschte Solltemperatur des Beckenwassers höher als 24 °C ist, vergrößert sich die Anzahl der erforderlichen Kollektoren um den Korrekturwert gemäß Tabelle 60.

Bereich	Bezugsgröße	Auslegung mit Solarkollektoren		
		FKC-2	FKT-2	VK...-1
Beckenoberfläche	Beckenoberfläche in m^2	Ein Kollektor pro 5 m^2	Ein Kollektor pro 6,4 m^2	12 Röhren pro 8 m^2
Korrekturwert für Beckenwassertemperatur	Abweichung über 24 °C Beckenwassertemperatur	Pro 1 °C über 24 °C Beckenwassertemperatur		
		Zusätzlich 1,3 Kollektoren	Zusätzlich ein Kollektor	Zusätzlich ein Kollektor VK 280-1

Tab. 60 Richtwerte zur Bestimmung der Kollektoranzahl für die Schwimmbadbeheizung bei einem Hallenbad mit Abdeckung (Wärmeschutz)

Beispiel:

- Gegeben:
  - Hallenschwimmbad, abgedeckt
  - Beckenoberfläche 32 m^2
  - Beckenwassertemperatur 25 °C
- Gesucht:
  - Anzahl der Solarkollektoren FKT-2 für solare Schwimmbadbeheizung
- Ablesen (Tabelle 60):
  - 5 Solarkollektoren FKT-2 für 32 m^2 Beckenoberfläche
  - Ein Solarkollektor FKT-2 als Korrekturwert für +1°C über 24 °C Beckenwassertemperatur
- Ergebnis:
  - Es sind 6 Solarkollektoren FKT-2 für die solare Schwimmbadbeheizung erforderlich.

7.4.4 Richtwerte für Außenschwimmbäder

Die Richtwerte sind nur gültig, wenn das Schwimmbad isoliert und trocken im Erdreich eingebettet ist. Wenn das Schwimmbecken ohne Isolierung im Grundwasser liegt, muss zuerst das Becken isoliert werden. Danach ist eine Wärmebedarfsermittlung vorzunehmen.

Außenschwimmbad mit abgedecktem Becken (oder Hallenschwimmbad ohne Wärmeschutz)

Hier gilt als Richtwert 1:2. Das heißt, die Fläche eines Kollektorfelds mit FKT-2 oder FKC-2 muss halb so groß sein wie die Beckenoberfläche. Für Vakuumröhrenkollektoren gilt der Richtwert 1:3.

Außenschwimmbad ohne Wärmeschutz

Hier gilt als Richtwert 1:1. D. h., die Fläche eines Kollektorfeldes mit FKT-2 oder FKC-2 muss genau so groß sein wie die Beckenoberfläche. Für Vakuumröhrenkollektoren gilt der Richtwert 1:2.

Wenn die Solaranlage für ein Außenschwimmbad, für die Warmwasserbereitung und/oder zur Heizungsunterstützung geplant ist, sind die erforderlichen Brutto-Kollektorflächen für Schwimmbad und Trinkwasser zu addieren. Nicht addiert werden die Brutto-Kollektorflächen für die Heizung. Im Sommer bedient die Solaranlage das Außenschwimmbad, im Winter die Heizung. Das Trinkwasser wird ganzjährig erwärmt.

7.5 Platzbedarf für Solarkollektoren

7.5.1 Platzbedarf bei Überdach- und Indachmontage

Die Solarkollektoren von Junkers können in 2 Montagevarianten auf Steildächern mit 25°...65° Neigungswinkel montiert werden. Diese Varianten umfassen die Aufdachmontage (→ Kapitel 8.3.2, Seite 162) und die Indachmontage (→ Kapitel 8.3.6, Seite 180). Die Montage auf Wellplatten und Blechdächern (nur Aufdachmontage mit Stockschrauben) kann auf Dachneigungen von 5°...65° durchgeführt werden. Bei Dachneigungen < 25° ist die Dachdichtheit von einem Dachdecker zu gewährleisten.

Bei der Aufdachmontage von Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 ist eine Mindestneigung von 15° einzuhalten. Der VK 230-1 wurde speziell für geringe Neigungswinkel und horizontale (liegende) Montage entwickelt. Eine Dachintegration mit diesen Vakuumröhrenkollektoren ist nicht möglich.

Beachten Sie auch Tabelle 91 auf Seite 160.

Bei der Planung ist außer dem Flächenbedarf auf dem Dach auch der Platzbedarf unter dem Dach zu berücksichtigen.

Maß a: ist nach den Formeln im Bild 155 zu ermitteln. Beide Formeln sind möglich. Der kleinere Wert kann als Randabstandsmaß angewendet werden.

Maß b: Gesamtbreite der Dachfläche

Maß h: Gesamthöhe des Gebäudes

Maße A und B entsprechen dem Flächenbedarf für die gewählte Anzahl und Aufteilung der Kollektoren (→ Tabelle 62– 64, Seite 127). Bei Indachmontage enthalten sie den Flächenbedarf für die Kollektoren und die Anschluss-Sets. Diese Maße sind als Mindestanforderung zu verstehen. Als Montageerleichterung für 2 Personen ist es günstig, um das Kollektorfeld herum ein bis 2 Pfannenreihen zusätzlich abzudecken. Dabei gilt das Maß C als obere Begrenzung.

Maß C steht für mindestens 2 Pfannenreihen (3 Pfannenreihen bei Vakuumröhrenkollektoren) bis zum First. Bei nassverlegten Pfannen besteht das Risiko, die Dacheindeckung am First zu beschädigen.

Maß D ist mindestens 0,5 m links oder rechts neben dem Kollektorfeld für den Vor- und Rücklaufanschluss notwendig.

Maß E gilt nur für die Aufdachmontage von Flachkollektoren und ist der Mindestabstand von Oberkante Kollektor bis zur unteren Profilschiene, die zuerst montiert wird (→ Tabelle 61).

Flachkollektor	Maß in [m]
FKT-2 senkrecht	1,9
FKT-2 waagerecht	1,0
FKC-2 senkrecht	1,8
FKC-2 waagerecht	1,0
FCC-2 senkrecht	1,9

Tab. 61 Montagemaße Flachkollektoren

Maß F mit mindestens 0,4 m einplanen, wenn ein Entlüfter unter dem Dach vorgesehen werden muss.

Bei Innendachmontage ist zwischen 2 Kollektorfeldern ein Abstand von 3 Dachziegelreihen einzuplanen.

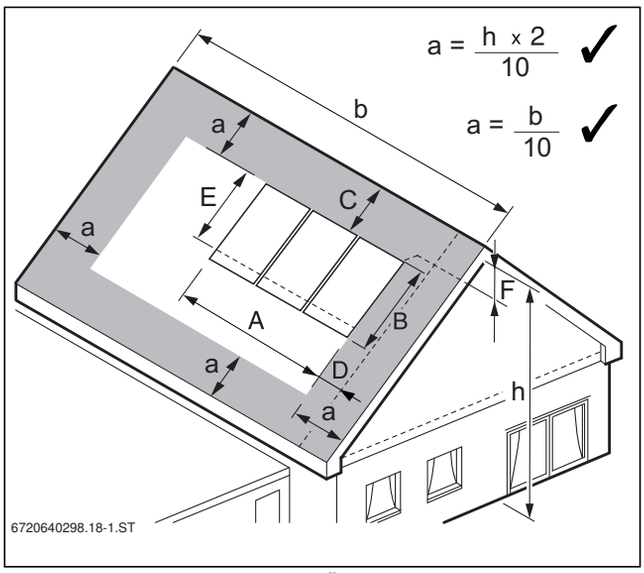


Bild 155 Platzbedarf für die Überdach- und Indachmontage von Solarkollektoren (Erläuterung im Text); Maße in m

Anzahl Kollektoren	Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren in [m]						
	Aufdachmontage			Indachmontage			
	FKT-2/FKC-2	FKT-2	FKC-2	FKT-2/FKC-2	FKT-2	FKC-2	FCC-2
	senkrecht	waagerecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht	waagerecht	senkrecht
Maß A							
1	1,18	2,17	2,02	1,54	2,53	2,38	1,1
2	2,38	4,37	4,06	2,74	4,73	4,42	2,2
3	3,58	6,56	6,11	3,94	6,92	6,46	3,3
4	4,78	8,76	8,15	5,14	9,11	8,50	4,4
5	5,98	10,95	10,19	6,34	11,32	10,55	5,5
6	7,18	13,15	12,23	7,54	13,51	12,59	6,6
7	8,38	15,34	14,27	8,74	15,70	14,63	7,7
8	9,58	17,54	16,32	9,94	17,89	16,67	8,8
9	10,78	19,73	18,36	11,14	20,09	18,71	9,9
10	11,98	21,93	20,4	12,34	22,29	20,76	11,0

Tab. 62 Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren FKT-2, FKC-2 und FCC-2 bei Überdach- und Indachmontage

Montageart	Maß B, inklusive Eindeckbleche in [m]				
	FKT-2[1)]	FKC-2[1)]	FKT-2/FKC-2[1)]	FCC-2[1)]	Zuschlag (Länge in [cm])
	senkrecht	senkrecht	waagerecht	senkrecht	Bleischürze
Aufdach	2,17	2,02	1,18	2,03	–
Innendach Dachziegel	2,74	2,59	1,75	–	11
Innendach Schiefer	2,76	2,61	1,77	–	20
Innendach Hohlpfalz	3,01	2,86	2,02	–	Keine

Tab. 63 Maß B inklusive Eindeckbleche, Flachkollektoren FKC-2 bei Aufdach- und Indachmontage

1) Maße ohne Bleischürze

Anzahl Röhren	Abmessung des Kollektorfelds VK...-1 in [m]		
	VK 140-1 (6 Röhren je Kollektor)	VK 280-1 (12 Röhren je Kollektor)	VK 230-1 (21 Röhren je Kollektor)
Maß A			
6	0,70	–	–
12	1,40	1,40	–
18	2,15	–	–
21	–	–	1,45
24	2,85	2,80	–
30	3,55	–	–
36	4,25	4,20	–
42	–	–	2,90
63	–	–	4,35
84	–	–	5,80
Maß B[1)]			
Einreihig	2,06	2,06	1,64
2-reihig	4,27	4,27	–
3-reihig	6,48	6,48	–

Tab. 64 Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren VK ...-1 bei Aufdachmontage

1) Platzbedarf für Montage untereinander

7.5.2 Platzbedarf bei Überdach-Aufständerung von Flachkollektoren

In Verbindung mit Stockschrauben oder Sonderdachhaken ist eine Aufständerung der Kollektoren auf flach geneigten Dächern mit verschiedenen Eindeckungen möglich. Dabei kann die Neigung der Kollektoren um 15°, 20° oder 35° korrigiert werden, um den solaren Ertrag zu verbessern.

Zum Randbereich des Dachs sind ebenfalls die Mindestabstände zum Schutz vor Windlasten gemäß Bild 156 und Bild 157 einzuhalten.

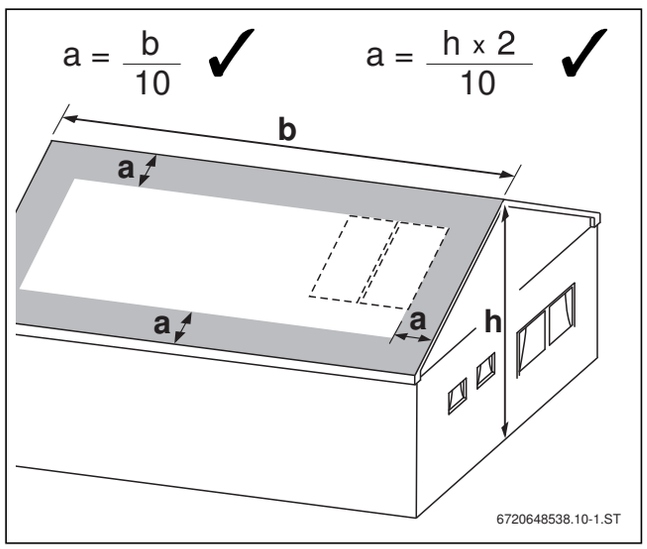


Bild 156 Mögliche Formeln zur Berechnung des Mindestabstands vom Randbereich (Bild 157 und 158), der kleinere Wert der Formeln ist möglich

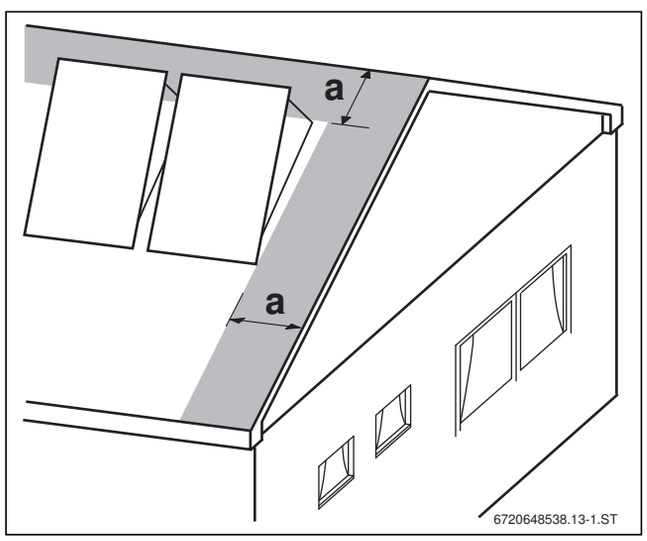


Bild 157 Mindestabstand auf geneigten Dächern

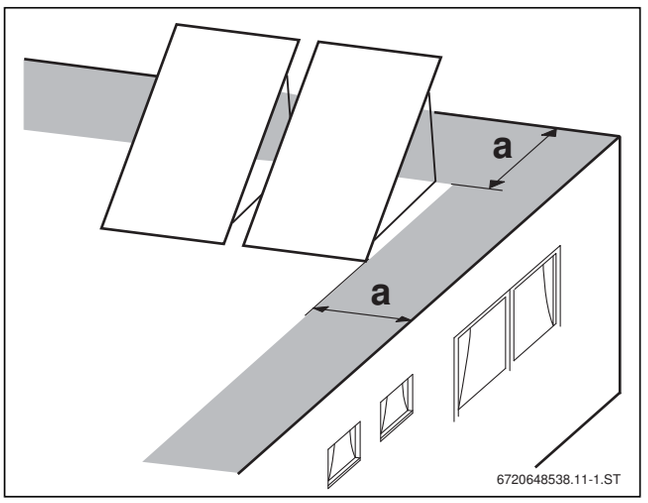


Bild 158 Mindestabstand auf Flachdächern

Mindestreihenabstand

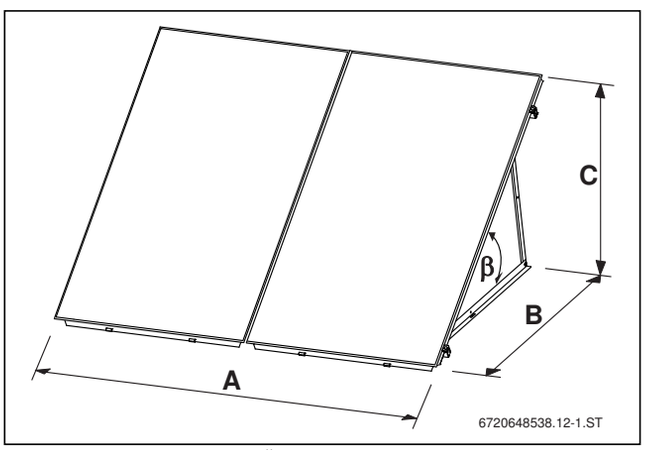


Bild 159 Aufstellmaße Überdach-Aufständerung

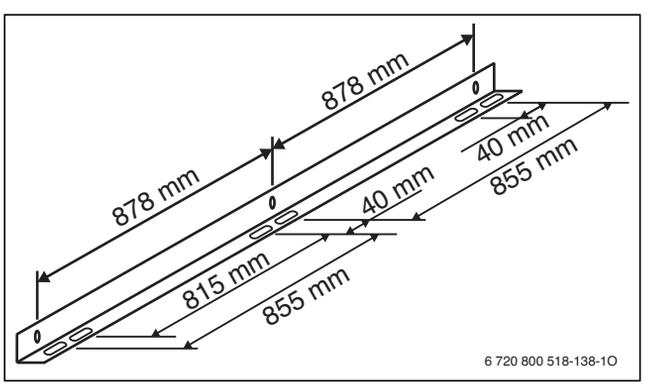


Bild 160 Untere Schiene des Montagesatz Flachgeneigte Dächer. Bemaßung für Montage auf einer bauseitigen Unterkonstruktion, z. B. Betonsockel oder Doppel T-Träger. Alle Maße Mitte Bohrungen

Anzahl Kollektoren	Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren in [m]				
	FKT-2		FKC-2		FCC-2
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht	senkrecht
Maß A					
Für einen Kollektor	1,18	2,17	1,18	2,02	1,03
Für 2 Kollektoren	2,38	4,36	2,38	4,06	2,20
Für 3 Kollektoren	3,58	6,56	3,58	6,11	3,30
Für 4 Kollektoren	4,78	8,76	4,78	8,15	4,40
Für 5 Kollektoren	5,98	10,59	5,98	10,19	5,50
Für 6 Kollektoren	7,18	13,15	7,18	12,23	6,60
Für 7 Kollektoren	8,38	15,34	8,38	14,27	7,70
Für 8 Kollektoren	9,58	17,54	9,58	16,32	8,80
Für 9 Kollektoren	10,78	19,73	10,78	18,36	9,90
Für 10 Kollektoren	11,98	21,93	11,98	20,40	11,00
Maß B					
β = 15°	2,10	1,14	1,95	1,14	1,99
β = 20°	2,04	1,11	1,90	1,10	1,94
β = 35°	1,96	1,11	1,65	0,97	1,93

Tab. 65 Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren FKT-2, FKC-2 und FCC-2 bei Überdach-Aufständerung

Wenn mehrere Reihen hinter- oder übereinander montiert werden, müssen die Mindestabstände in Tabelle 66 eingehalten werden, um eine Verschattung zu vermeiden.

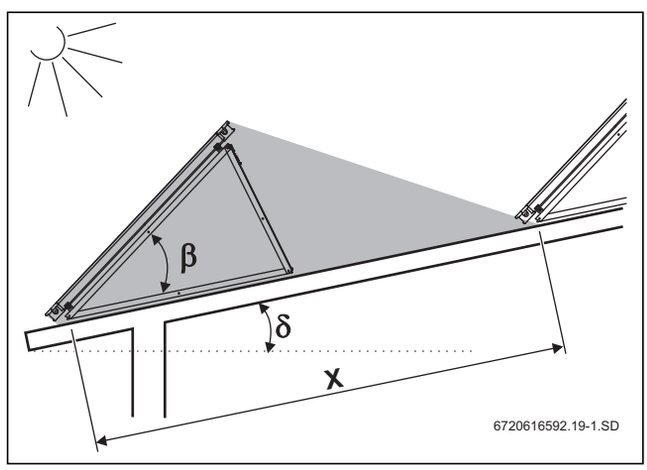


Bild 161 Verschattung bei mehrreihigen Kollektorfeldern

Neigungs-winkel Dach	Mindestabstand X zwischen Kollektorreihen mit Flachkollektoren in [m]											
	FCC-2 senkrecht			FKT-2 senkrecht			FKC-2 senkrecht			FKT-2, FKC-2 waagerecht		
δ	β = 15°	β = 20°	β = 35°	β = 15°	β = 20°	β = 35°	β = 15°	β = 20°	β = 35°	β = 15°	β = 20°	β = 35°
0°	4,14	4,62	5,78	3,93	4,46	5,85	4,22	4,71	5,90	2,62	2,81	3,40
5°	3,58	3,92	4,74	3,48	3,87	4,86	3,66	4,01	4,84	2,22	2,36	2,77
10°	3,22	3,48	4,07	3,20	3,49	4,22	3,29	3,56	4,16	1,97	2,07	2,36
15°	2,97	3,17	3,60	2,99	3,22	3,77	3,03	3,24	3,68	1,79	1,86	2,07
20°	2,77	2,93	3,24	2,84	3,02	3,43	2,83	2,99	3,31	1,65	1,71	1,85
25°	2,63	2,74	2,97	2,72	2,86	3,16	2,68	2,80	3,03	1,54	1,58	1,68
30°	2,50	2,59	2,73	2,62	2,73	2,94	2,55	2,64	2,79	1,45	1,48	1,53
35°	2,39	2,46	2,53	2,53	2,60	2,75	2,44	2,51	2,59	1,38	1,40	1,41

Tab. 66 Abmessungen von mehrreihigen Kollektorfeldern mit Flachkollektoren FCC-2, FKT-2 und FKC-2 bei Überdach-Aufständerung

7.5.3 Platzbedarf bei Flachdachmontage

Montage mit Flachdachständern

Die Flachdachmontage ist mit senkrechten und waagerechten Kollektoren FKT-2 oder FKC-2 sowie mit Vakuumröhrenkollektoren VK...-1 möglich. Der Flächenbedarf der Kollektoren entspricht der Aufstellfläche der verwendeten Flachdachständer zuzüglich eines Abstandes für die Rohrleitungsführung. Der Flächenbedarf sollte links und rechts vom Feld mindestens 0,5 m betragen. Den Mindestabstand zur Dachkante ist gemäß Bild 162 zu ermitteln.

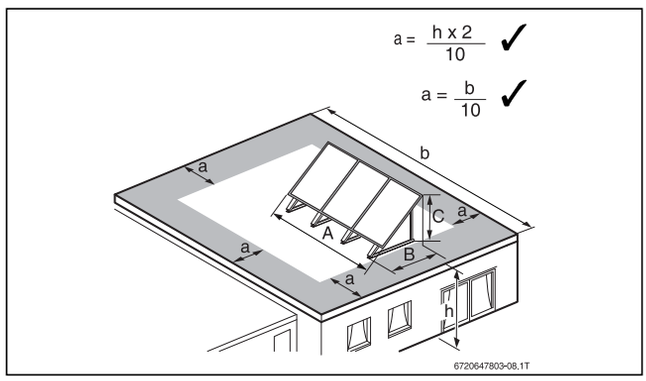


Bild 162 Aufstellmaße Flachdachständer am Beispiel senkrechter Flachkollektoren

	Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren in [m]			
	FKT-2		FKC-2	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
Maß A				
Für einen Kollektor	1,18	2,17	1,18	2,02
Für 2 Kollektoren	2,38	4,36	2,38	4,06
Für 3 Kollektoren	3,58	6,56	3,58	6,10
Für 4 Kollektoren	4,78	8,76	4,78	8,14
Für 5 Kollektoren	5,98	10,59	5,98	10,19
Für 6 Kollektoren	7,18	13,15	7,18	12,23
Für 7 Kollektoren	8,38	15,34	8,38	14,27
Für 8 Kollektoren	9,58	17,54	9,58	16,31
Für 9 Kollektoren	10,78	19,73	10,73	18,35
Für 10 Kollektoren	11,98	21,93	11,98	20,40
Maß B				
β = 30°	1,92	1,04	1,77	1,04
β = 35°	1,80	0,98	1,67	0,98
β = 40°	1,69	0,93	1,57	0,93
β = 45°	1,57	0,88	1,50	0,88
β = 50°	1,52	0,89	1,50	0,89
β = 55°	1,53	0,90	1,52	0,90
β = 60°	1,54	0,91	1,53	0,91
Maß C				
β = 30°	1,29	0,79	1,21	0,79
β = 35°	1,45	0,87	1,36	0,87
β = 40°	1,60	0,95	1,49	0,95
β = 45°	1,74	1,02	1,62	1,02
β = 50°	1,86	1,09	1,73	1,09
β = 55°	1,97	1,15	1,83	1,15
β = 60°	2,06	1,19	1,92	1,19

Tab. 67 Abmessungen des Kollektorfelds mit Flachkollektoren FKT-2 und FKC-2 bei Verwendung von Flachdachständern

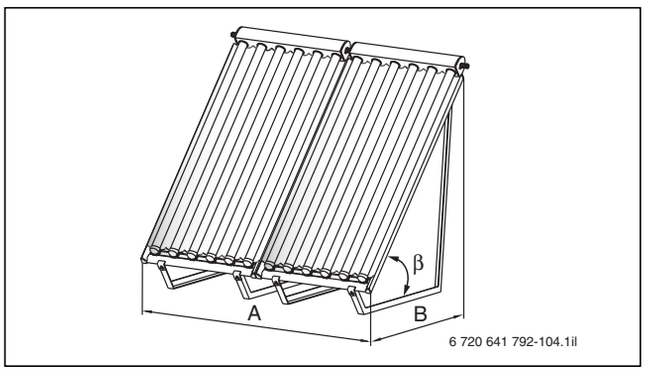


Bild 163 Aufstellmaße Flachdachständer für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren in [m]	VK 140-1	VK 280-1
Maß A		
Für 6 Röhren	0,70	–
Für 12 Röhren	1,40	1,40
Für 18 Röhren	2,15	–
Für 24 Röhren	2,85	2,80

Tab. 68 Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 bei Verwendung von Flachdachständern

Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren in [m]	VK 140-1	VK 280-1
Für 30 Röhren	3,55	–
Für 36 Röhren	4,25	4,20
Maß B		
β = 30°	1,82	1,82
β = 45°	1,49	1,49

Tab. 68 Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 bei Verwendung von Flachdachständern

Mindestreihenabstand

Mehrere Kollektorreihen hintereinander sind mit einem Mindestabstand anzuordnen, damit die hinteren Kollektoren möglichst wenig beschattet werden. Für diesen Mindestabstand gibt es Richtwerte, die für normale Auslegungsfälle ausreichen (→ Tabelle 69).

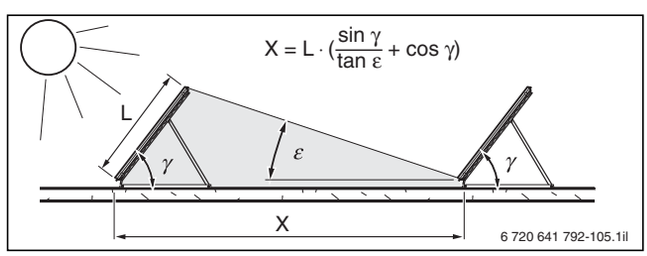


Bild 164 Berechnung des Mindestreihenabstands

ε Minimaler Sonnenstand zur Horizontalen ohne Beschattung

γ Kollektorneigungswinkel zur Horizontalen (→ Tabelle 69)

Neigungswinkel[2] γ	Mindestabstand X der Kollektorreihen in [m][1] mit FKC-2 senkrecht	mit FKC-2 waagerecht	mit FKT-2 senkrecht	mit FKT-2 waagerecht	mit VK 140-1 und VK 280-1 senkrecht
25° [3]	–	–	–	–	–
30° [4]	5,05	2,94	5,43	2,94	5,15 [5]
35°	5,44	3,17	5,85	3,17	–
40°	5,79	3,37	6,22	3,37	–
45°	6,09	3,55	6,55	3,55	6,22 [6]
50°	6,35	3,70	6,83	3,70	–
55°	6,56	3,82	7.06	3,82	–
60°	6,72	3,92	7,23	3,92	–

Tab. 69 Richtwerte für den Mindestabstand zwischen Kollektorreihen mit unterschiedlichem Neigungswinkel

1) Bezogen auf den minimalen Sonnenstand ohne Beschattung von 17° als Mittelwert zwischen Standort Münster und Freiburg am 21. Dezember um 12.00 Uhr

2) Nur diese Neigungswinkel sind vom Hersteller freigegeben. Andere Einstellpositionen können zu Schäden an der Anlage führen.

3) Durch Kürzen der Teleskopstütze einstellbar

4) Durch Kürzen der Teleskopstütze bei waagerechten Kollektoren einstellbar

5) Empfohlen für Anlagen zur Warmwasserbereitung

6) Empfohlen für Anlagen zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Höhensprünge von Dächern

Bei Höhensprüngen von Dächern müssen abrutschende Schneelasten ab einer Dachneigung von $\alpha > 15°$ vermieden werden. Die Länge der zusätzlichen Belastung durch eine abrutschende Schneelast ergibt sich aus dem Höhensprung (→ Bild 165): $l_s = 2 \times h$

- ▶ Montage von Kollektoren im Bereich l_s unter Höhensprüngen vermeiden.
- ▶ Bei Montage unter Höhensprüngen:
  - – Schneefanggitter am höheren Dach montieren.
  - – Zusätzliche Lasten bei der Montage berücksichtigen.

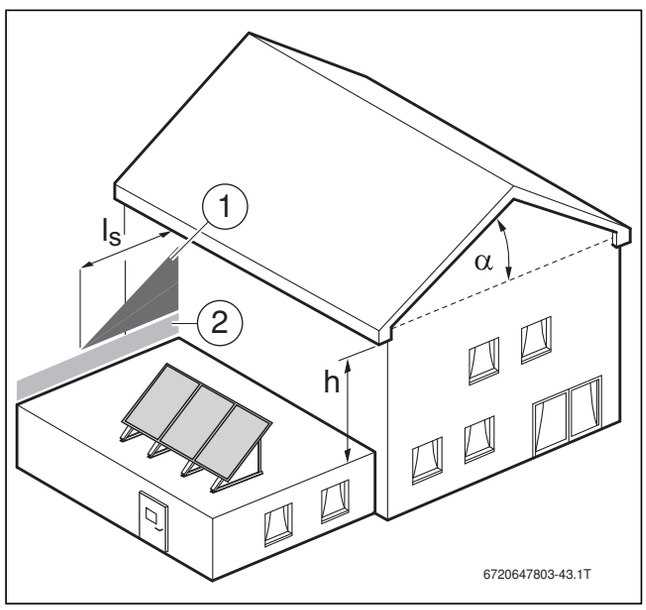


Bild 165 Kollektoranordnung bei Höhensprüngen

α	Dachneigung
h	Höhensprung
l_s	Länge der zusätzlichen Belastung
[1]	Zusätzliche Last durch abrutschenden Schnee
[2]	Normale Schneelast

Horizontale (liegende) Montage

Der Vakuumröhrenkollektor VK 230-1 ist für die horizontale (liegende) Montage auf Flachdächern konzipiert.

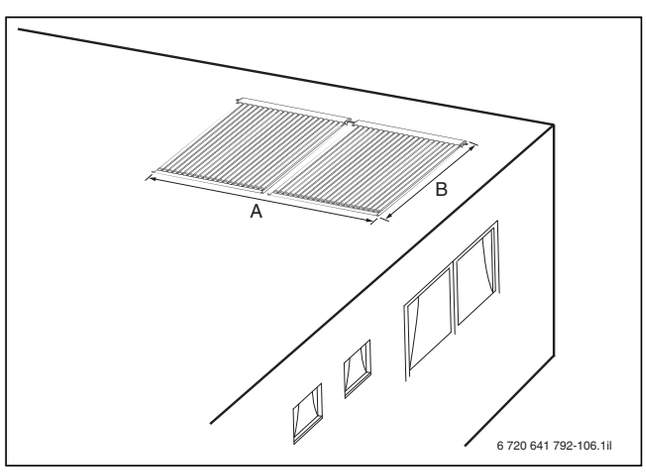


Bild 166 Horizontale (liegende) Montage von Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1

Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1 in [m]	
Maß A	
Für 21 Röhren	1,45
Für 42 Röhren	2,90
Für 63 Röhren	4,35
Für 84 Röhren	5,80
Maß B	
Einreihig	1,64
2-reihig	3,35

Tab. 70 Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1 bei horizontaler (liegender) Montage

7.5.4 Platzbedarf bei Fassadenmontage

Flachkollektoren FKT-2W und FKC-2W

Die Fassadenmontage ist nur für waagerechte Flachkollektoren FKT-2W und FKC-2W geeignet und nur bis zu einer Montagehöhe von 20 m zugelassen. Es wird das gleiche Zubehör wie zur Flachdachmontage verwendet. Die Bodenschiene der Flachdach-Austellwinkel wird hierzu an die Fassade befestigt. Die Fassade muss ausreichend tragfähig sein (→ Seite 179). Für die Kollektormontage an der Fassade sind nur Neigungswinkel zwischen 30° und 45° zulässig.

Der Flächenbedarf der Kollektorreihen an der Fassade ist abhängig von der Kollektoranzahl. Zusätzlich zur Breite des Kollektorfelds (→ Tabelle 71, Seite 133) sind rechts und links jeweils mindestens 0,5 m für die Rohrleitungsführung einzuplanen. Der Abstand der Kollektorreihe vom Rand wird nach den beiden Formeln in Bild 167 ermittelt. Beide Formeln können genutzt werden. Der kleinere Wert kann angewandt werden.

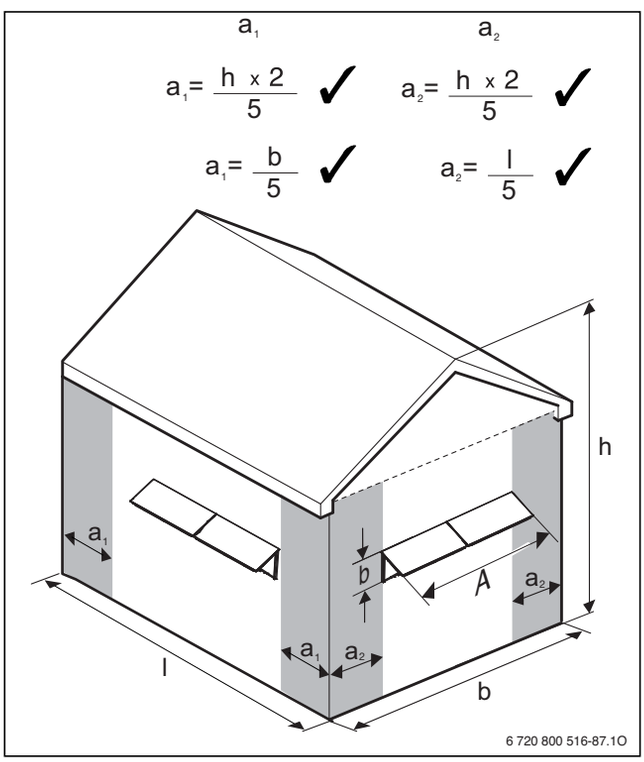


Bild 167 Montagemaße der Fassadenmontage-Sets für waagerechte Flachkollektoren (Maße in m)

Das Maß b entspricht der Maßangabe "B" und das Maß für den maximalen Wandabstand entspricht Maß "C" in der Tabelle 67, Seite 130 (Flachdachmontage).

Anzahl der Kollektoren	Maß A der Kollektorreihe mit Flachkollektoren in [m]	
	FKC-2W	FKT-2W
	waagerecht	waagerecht
1	2,02	2,17
2	4,06	4,36
3	6,10	6,56
4	8,14	8,76
5	10,19	10,95
6	12,23	13,15
7	14,27	15,34
8	16,31	17,54
9	18,35	19,73
10	20,40	21,93

Tab. 71 Maß A der Kollektorreihe mit Flachkollektoren bei Verwendung von Fassadenmontage-Sets

Mindestreihenabstand

Das Fassadenmontage-Set eignet sich besonders für Gebäude, deren Dachausrichtung stark von Süden abweicht oder zur gezielten Beschattung von Fenstern und Türen. Somit lässt sich aus technischer Sicht die Sonne optimal nutzen und außerdem ein architektonischer Akzent setzen.

Im Sommer bietet der Kollektor einen idealen Sonnenschutz für die Fenster und hält die Räume schön kühl. Im Winter bei tiefem Sonnenstand kann die Sonneneinstrahlung ungehindert unter dem Kollektor in das Fenster scheinen und bietet so einen zusätzlichen Energiegewinn.

Zwischen mehreren übereinander angeordneten Kollektoren ist ein Abstand einzuhalten, damit sich die Kollektoren nicht gegenseitig beschatten (→ Tabelle 72, Seite 72). Der Abstand kann geringer sein, wenn „Verschattungsfreiheit“ nicht erforderlich ist.

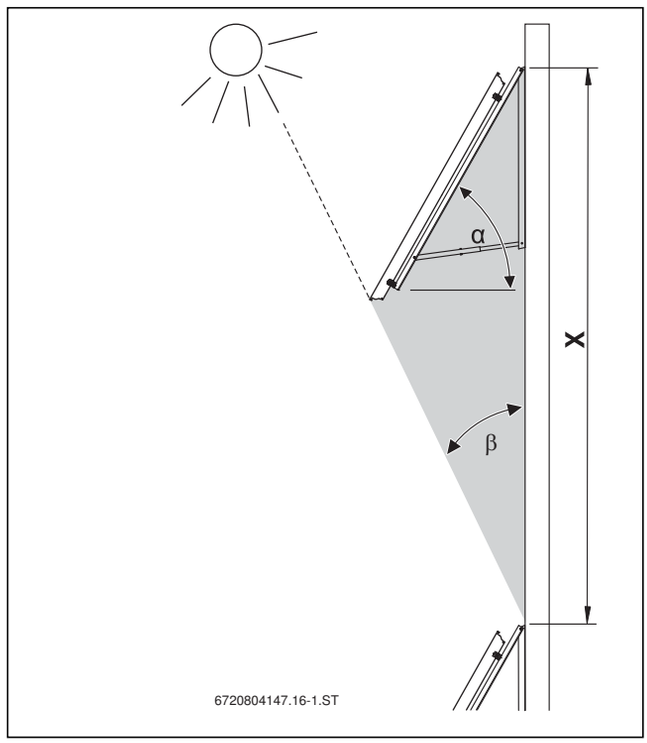


Bild 168 Vermeidung von Verschattung, Fassadenmontage

α Anstellwinkel
β Maximaler Sonnenstand
X Abstand zwischen den Kollektorreihen

Neigungswinkel α	Mindestabstand X der Kollektorreihen in [m]	
	mit FKC-2	mit FKT-2
	waagerecht	waagerecht
45°	2,33	2,33
50°	2,26	2,26
55°	2,18	2,18
60°	2,08	2,08

Tab. 72 Mindestabstand für verschattungsfreie Installation bei einem maximalen Sonnenstand von 63°

Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1, VK 280-1

Die Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 können mit Flachdachständern mit 45°- oder 60°-Neigung an der Fassade montiert werden.

Die senkrechte Montage ist mit einem Überdachmontage-Set möglich. Die Fassade muss ausreichend tragfähig sein. Der Sammler ist prinzipiell oben zu montieren.

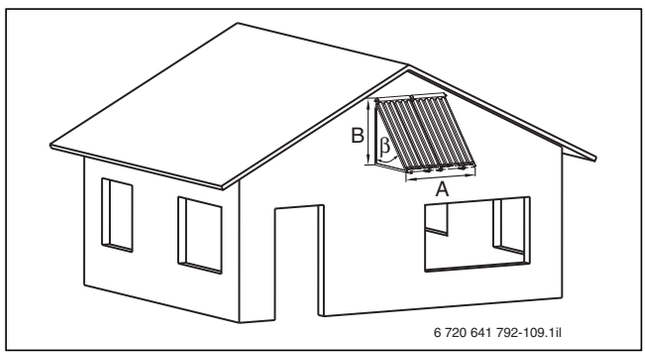


Bild 169 Montagemaße bei Fassadenmontage mit Flachdachständern für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

Der Vakuumröhrenkollektor VK 230-1 ist nicht für die Montage an der Fassade geeignet. Durch die spezielle Kollektorkonstruktion für liegende Montage und den ungünstigen Neigungswinkel, kommt es zu einer zu hohen Leistungsreduzierung.

	Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren in [m]	
	VK 140-1	**VK 280-1**
Maß A		
6 Röhren	0,70	–
12 Röhren	1,40	1,40
18 Röhren	2,15	–
24 Röhren	2,85	2,80
30 Röhren	3,55	–
36 Röhren	4,25	4,20
Maß B		
β = 30°	1,82	1,82
β = 45°	1,52	1,52

Tab. 73 Abmessungen der Kollektorreihe mit Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und 280-1 bei Verwendung von Flachdachständern

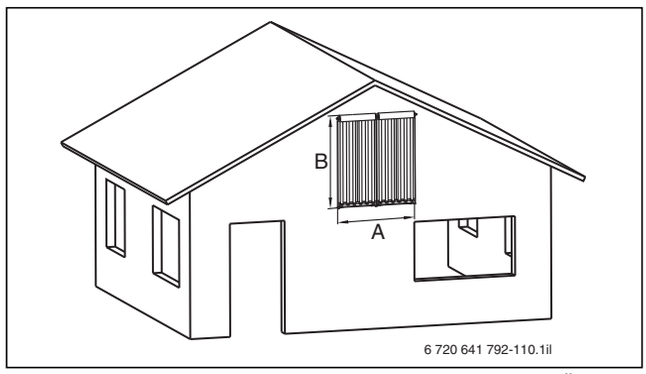


Bild 170 Montagemaße bei Fassadenmontage mit Überdach-Montagesets für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

	Abmessungen des Kollektorfelds mit Vakuumröhrenkollektoren in [m]	
	VK 140-1	**VK 280-1**
Maß A		
6 Röhren	0,70	–
12 Röhren	1,40	1,40
18 Röhren	2,15	–
24 Röhren	2,85	2,80
30 Röhren	3,55	–
36 Röhren	4,25	4,20
Maß B		
einreihig	2,10	2,10
2-reihig	4,15	4,15

Tab. 74 Abmessungen der Kollektorreihe mit Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 bei Verwendung von Überdachmontage-Sets

7.6 Planung der Hydraulik

7.6.1 Hydraulische Schaltung

Kollektorfeld

Ein Kollektorfeld muss mit gleichen Kollektoren und gleicher Ausrichtung der Kollektoren (nur senkrecht oder waagerecht) aufgebaut sein. Dies ist erforderlich, da sich sonst keine gleichmäßige Volumenstrom-verteilung einstellt.

Als Kollektorreihe dürfen für einen wechselseitigen Anschluss maximal 10 Flachkollektoren FKT/FKC/FCC-2 nebeneinander montiert und hydraulisch verbunden werden.

Bei einem gleichseitigen Anschluss dürfen maximal 5 Flachkollektoren FKT-2 nebeneinander montiert und hydraulisch verbunden werden.

Mit Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 dürfen maximal 36 Röhren in Reihenschaltung verbunden werden. Bei VK 230-1 ist die Anzahl auf 4 Kollektoren begrenzt.

Grundsätzlich sollte bei kleinen Anlagen eine Reihen-schaltung der Kollektoren bevorzugt werden. Bei größeren Anlagen ist eine Parallelschaltung der Kollektoren vorzusehen. Dadurch wird eine gleich-mäßige Volumenstromverteilung für das gesamte Feld gewährleistet.

Reihenschaltung von Kollektorreihen	
Reihen	**Maximale Kollektoranzahl bei FKT/FKC/FCC-2 pro Reihe**
1	10
2	5
3	3
4	Mehr als 3 Reihen sind bei Reihenschaltung nicht möglich!

Tab. 75 Möglichkeit der Kollektorfeldaufteilung bei Reihenschaltung (für senkrechte und waage-rechte Kollektoren)

Parallelschaltung von Kollektorreihen		
Reihen	**Maximale Kollektoranzahl bei FKT/FKC/FCC-2 pro Reihe**	**Maximale Röhren-anzahl bei Vakuum-röhrenkollektoren pro Reihe**
1	Bei wechselseitigem Anschluss maximal 10 Kollektoren pro Reihe oder gleichseitiger Anschluss mit maximal 5 x FKT-2 pro Reihe	Maximal 36 VK-Röhren oder 4 Module mit VK 230-1 pro Reihe
2		
3		
4		
...		
...		
n		

Tab. 76 Möglichkeit der Kollektorfeldaufteilung bei Parallelschaltung (für senkrechte und waage-rechte Kollektoren)

Reihenschaltung

Die hydraulische Verbindung von Kollektorreihen mit einer Reihenschaltung ist durch die einfache Verschaltung schnell ausführbar. Mit einer Reihenschaltung kann eine gleichmäßige Volumenstromverteilung am einfachsten erreicht werden. Auch bei unsymmetrischer Aufteilung der Kollektorreihen kann so eine nahezu gleichmäßige Durchströmung der einzelnen Kollektoren realisiert werden.

Die Anzahl der Kollektoren pro Reihe sollte möglichst gleich sein. Bei Flachkollektoren darf die Kollektoranzahl der einzelnen Reihe jedoch um maximal einen Kollektor von der Kollektoranzahl der anderen Reihen abweichen.

Bei Reihenschaltung im Kollektorfeld ist zwingend auf die maximale Kollektor- und Reihenanzahl je Kollektortyp zu achten (→ Tabelle 75, Seite 135).

Bei einer Reihenschaltung mit FKT-2 sind höhere Druckverluste bei der Auslegung der Solarstation zu berücksichtigen (→Tabelle 77, Seite 141).

Die hydraulische Verschaltung ist am Beispiel einer Aufdachmontage in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Die Solaranlagen sollten mit Hilfe einer Solar-Befüllpumpe gefüllt werden und ein Mikroblasenabscheider sollte anstelle eines automatischen Entlüfters eingesetzt werden.

Wenn das Kollektorfeld mit dem Flachdachmontagesatz oder mit dem Montagesatz für flachgeneigte Dächer aufgebaut wird, muss für jede Kollektorreihe ein automatischer Entlüfter eingesetzt werden. Weiterhin muss dann jede Kollektorreihe einzeln absperrbar sein. Die eingesetzte Absperreinrichtung muss für Solarflüssigkeit und die auftretenden maximalen Temperaturen zugelassen sein.

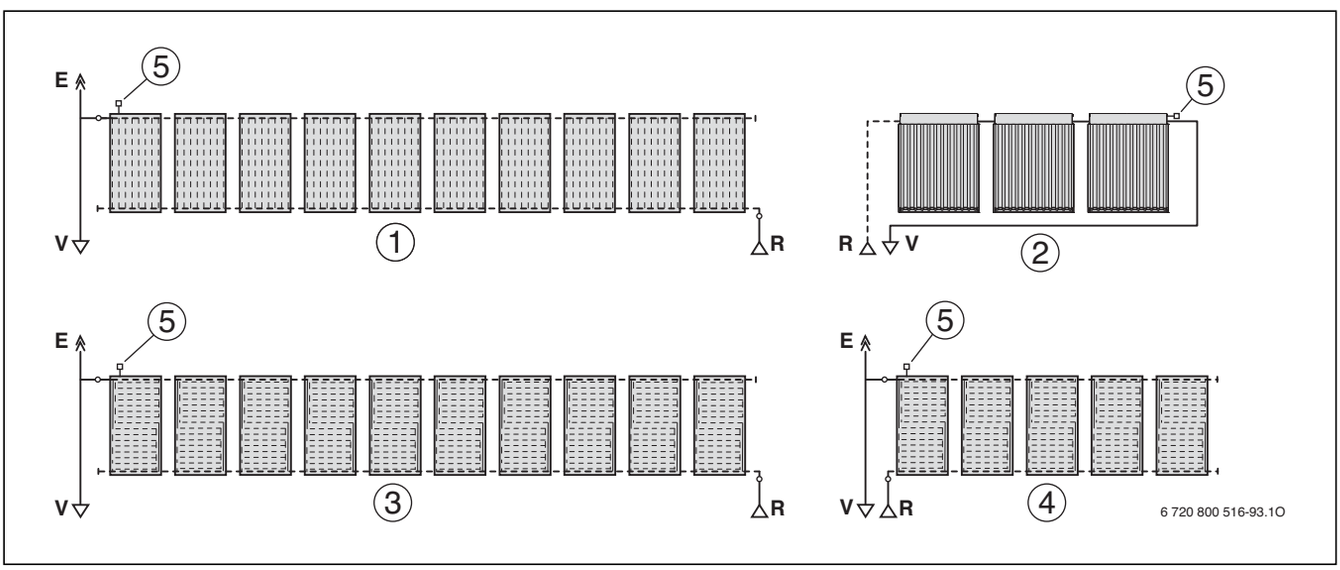


Bild 171 Anschluss einer Kollektorreihe

E Entlüftung (bei Flachdach, flachgeneigte Dächer oder Befüllung ohne Solar-Befüllpumpe)
R Rücklauf
V Vorlauf
[1] Wechselseitiger Anschluss mit 1...10 FCC-2 und FKC-2
[2] Wechselseitiger Anschluss mit VK...-1
[3] Wechselseitiger Anschluss mit 1...10 FKT-2
[4] Gleichseitiger Anschluss mit 1...5 FKT-2
[5] Kollektortemperaturfühler T1

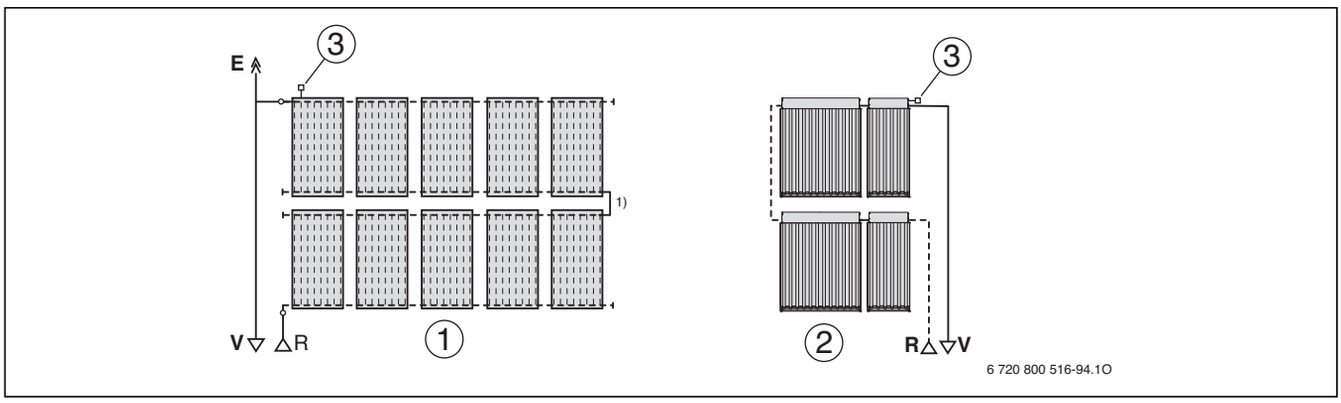


Bild 172 Reihenschaltung von 2 Kollektorreihen

E Entlüftung (bei Flachdach, flachgeneigte Dächer oder Befüllung ohne Solar-Befüllpumpe)
R Rücklauf
V Vorlauf
1) Reihenverbindungssatz

[1] 1...5 Flachkollektoren FKT/FKC/FCC-2 pro Reihe
[2] Insgesamt maximal 36 VK-Röhren (VK 140-1 und VK 280-1)
[3] Kollektortemperaturfühler T1

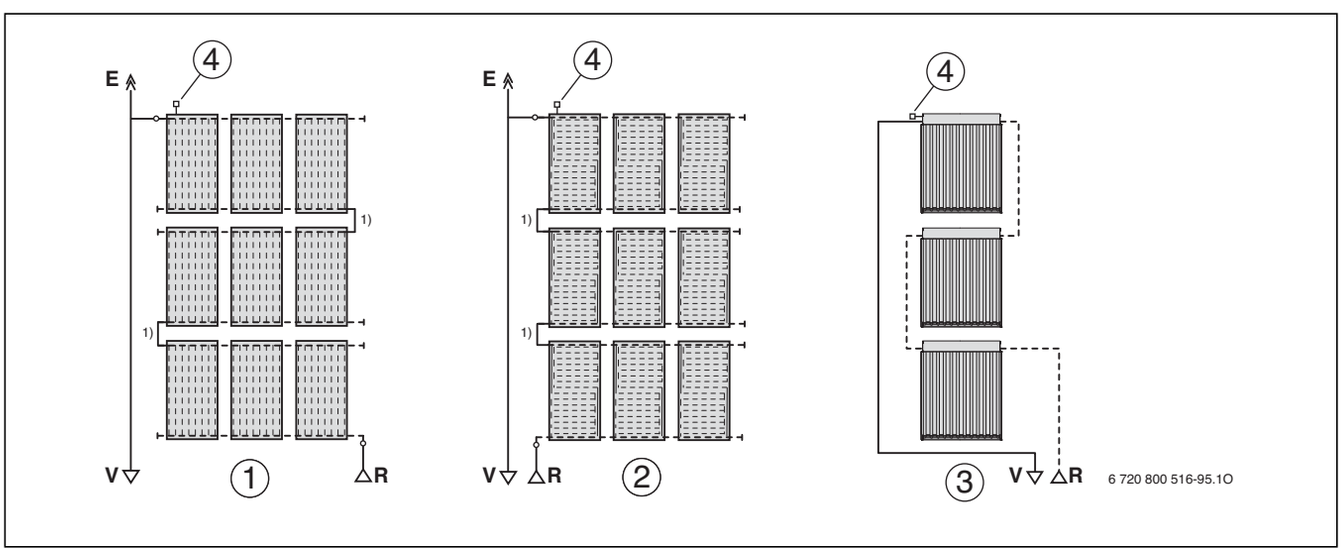


Bild 173 Reihenschaltung von 3 Kollektorreihen

E Entlüftung (bei Flachdach, flachgeneigte Dächer oder Befüllung ohne Solar-Befüllpumpe)
R Rücklauf
V Vorlauf
1) Reihenverbindungssatz

[1] 1...3 Kollektoren pro Reihe (FKT/FKC/FCC-2)
[2] 1...3 Kollektoren pro Reihe (FKT-2)
[3] Insgesamt maximal 36 VK-Röhren (VK 280-1)
[4] Kollektortemperaturfühler T1

Parallelschaltung

Bei mehr als 10 benötigten Flachkollektoren oder 36 VK-Röhren ist eine Parallelschaltung der Kollektorreihen erforderlich. Parallel geschaltete Reihen müssen aus der gleichen Anzahl von Kollektoren bestehen und sind entsprechend dem Tichelmann-Prinzip hydraulisch zu verbinden. Dabei ist auf gleiche Rohrdurchmesser zu achten. Wenn dies nicht möglich ist, muss ein hydraulischer Abgleich erfolgen. Für die Minimierung der Wärmeverluste ist die Tichelmann-Schleife im Rücklauf vorzusehen. Nebeneinanderliegende Kollektorfelder können spiegelbildlich aufgebaut werden, sodass beide Felder mit einer Steigleitung in der Mitte angeschlossen werden können.

Es ist darauf zu achten, dass nur Kollektoren eines Typs eingesetzt werden, da senkrechte und waagerechte Kollektoren unterschiedliche Druckverluste haben.

Jede Reihe benötigt einen eigenen automatischen Entlüfter. Alternativ zum Einsatz von automatischen Entlüftern (→ Kapitel 8.2.1, Seite 157) kann die Anlage auch mit einem Microblasenluftabscheider im Keller betrieben werden, wenn sie mit einer Fülleinrichtung befüllt wird (→ Kapitel 8.2.2, Seite 158). Eine Absperrarmatur ist für jeden Vorlauf einer Reihe erforderlich.

Damit die restliche Luft im Rohrnetz entfernt werden kann, empfehlen wir einen Luftabscheider in den Vorlauf im Dachbereich bauseits zu installieren.

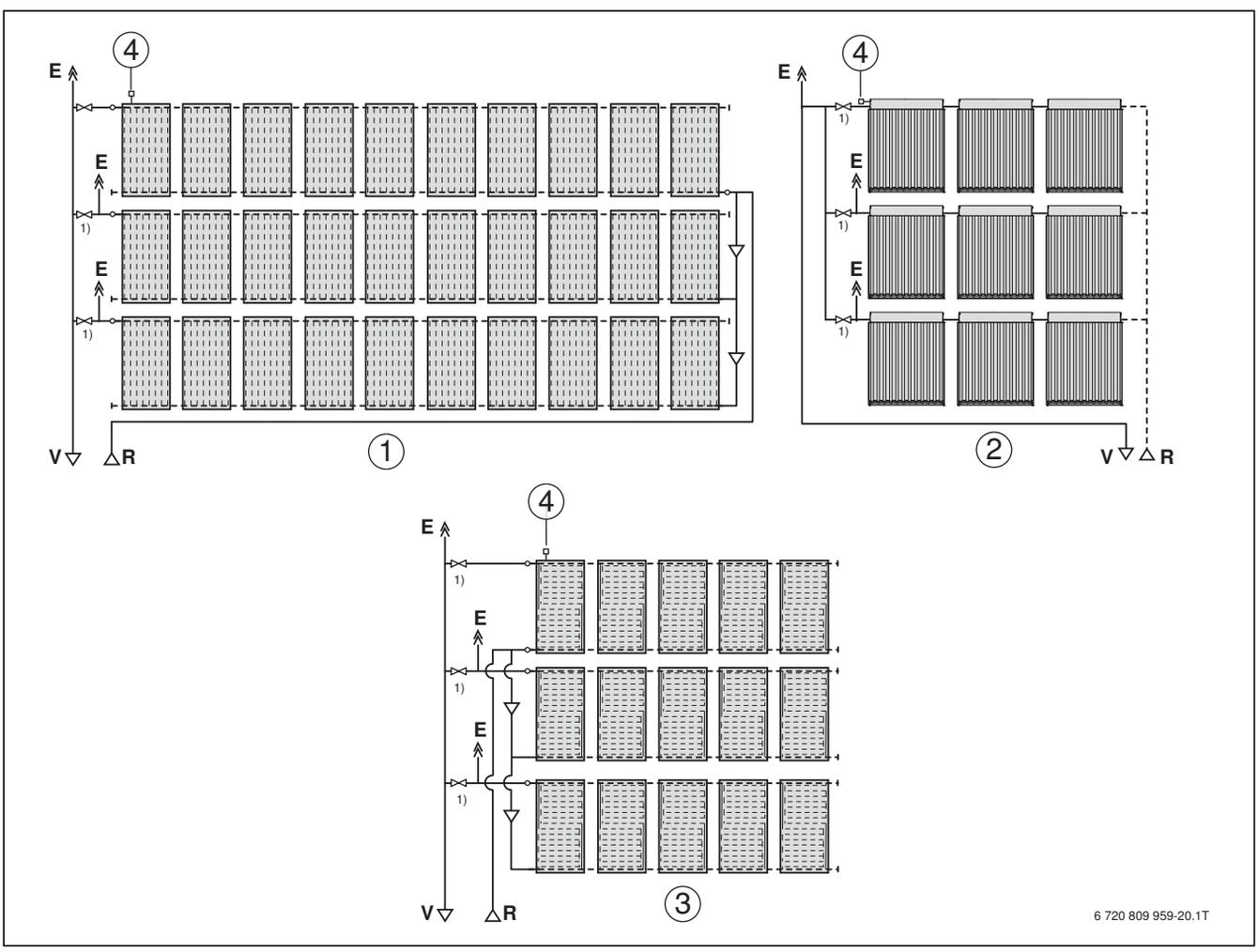


Bild 174 Parallelschaltung von Kollektorreihen

E Entlüftung (bei Flachdach, flachgeneigte Dächer oder Befüllung ohne Solar-Befüllpumpe)
R Rücklauf
V Vorlauf
1) Zur besseren Entlüftung und zum Abgleich der Kollektorfelder sollte ein absperrbarer, temperatur- und glycolbeständiger Durchflussbegrenzer in den Vorlauf jeder Reihe eingebaut werden.

[1] Wechselseitiger Anschluss mit 1 bis 10 Kollektoren pro Reihe, FKT-2 und FKC-2
[2] Wechselseitiger Anschluss mit maximal 36 VK-Röhren pro Reihe, VK 280-1
[3] Gleichseitiger Anschluss mit 1 bis 5 Kollektoren pro Reihe, FKT-2
[4] Kollektortemperaturfühler T1

Kollektorfeld mit Gaube

Die nachfolgenden Hydrauliken stellen eine Variante zur Lösung des Gaubenproblems dar. Grundsätzlich entsprechen diese Hydrauliken einer Reihenschaltung von 2 Kollektorreihen. Die Hinweise bezüglich maximaler Kollektoranzahl bei Reihenschaltungen von Kollektorreihen müssen beachtet werden. Alternativ zum Einsatz von automatischen Entlüftern kann die Anlage auch mit einem Luftabscheider im Keller betrieben werden, wenn die Anlage mit einer Fülleinrichtung befüllt wird (→ Kapitel 8.2.2, Seite 158).

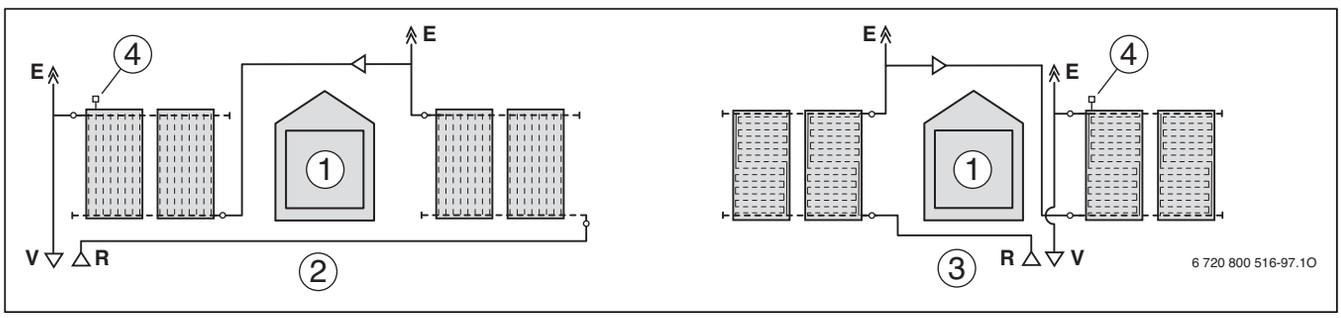


Bild 175 Hydraulische Verschaltung von Kollektorfeldern, die durch eine Dachgaube unterbrochen sind

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf

[1] Dachgaube
[2] FKC-2
[3] FKT-2
[4] Kollektortemperaturfühler T1

Kombinierte Reihen- und Parallelschaltung

Sollen mehr als 3 Kollektoren übereinander oder hintereinander hydraulisch verbunden werden, ist dies nur möglich, wenn Parallelschaltung und Reihenschaltung miteinander kombiniert werden. Hierzu werden die 2 unteren Kollektoren und die 2 oberen Kollektoren in Reihe verbunden (→ Bild 176).

Nun müssen die beiden Reihenschaltungen parallel verbunden werden. Auch hier ist auf die Position der automatischen Entlüfter zu achten.

Wenn jeweils 2 in Reihe geschaltete Kollektorreihen parallel geschaltet werden, sind maximal 5 Kollektoren pro Flachkollektorreihe zulässig.

Bei der Auswahl der Solarstation ist der Druckverlust des Kollektorfelds zu berücksichtigen.

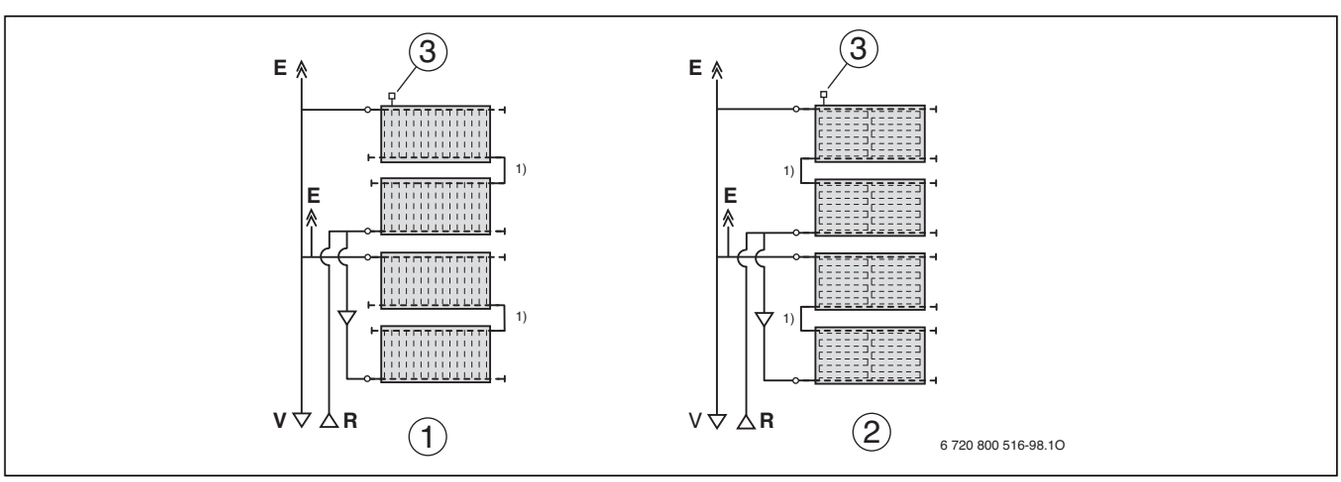


Bild 176 Verschaltung von mehr als 3 waagerechten Kollektoren übereinander

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf
1) Reihenverbindungssatz

[1] FKC-2W/FKT-2W
[2] FKT-2W
[3] Kollektortemperaturfühler T1

7.7 Hydraulische Berechnung der Solaranlage

Im Nachfolgenden wird die Vorgehensweise der hydraulischen Berechnung der Solaranlage erklärt.

Es wird erklärt, wie die Druckverluste der Kollektoren, Rohrleitung und weiterer Bauteile ermittelt wird. Im Nachgang wird mit dem Ergebnis der Berechnung die passende Pumpengruppe ausgewählt.

7.7.1 Volumenstrom im Kollektorfeld für Flachkollektoren

Für die Planung von kleinen und mittelgroßen Anlagen beträgt der Nennvolumenstrom pro Flachkollektor 50 l/h (bei VK...-1 siehe technische Daten → Tabelle 8, Seite 43). Daraus ergibt sich der Anlagen-Gesamtvolumenstrom nach Formel 6.

Ein um 10 %...15 % geringerer Volumenstrom (bei voller Pumpenleistung) führt in der Praxis noch nicht zu nennenswerten Ertragseinbußen. Höhere Volumenströme sind hingegen zu vermeiden, um den Strombedarf für die Solarpumpe möglichst gering zu halten.

$$\dot{V}_A = \dot{V}_{K,Nenn} \cdot n_K$$

$$\dot{V}_A = 50\ \text{l/h} \cdot n_K$$

F. 6 Berechnung Anlagen-Gesamtvolumenstrom

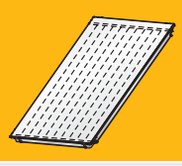
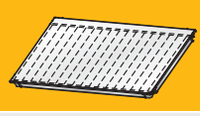
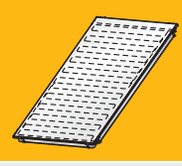
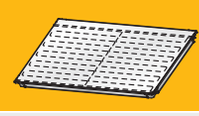
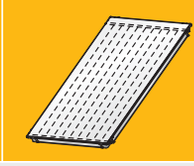
n_K Anzahl der Kollektoren
$\dot{V}_A$ Anlagen-Gesamtvolumenstrom in l/h
$\dot{V}_{K,Nenn}$ Nennvolumenstrom des Kollektors in l/h

7.7.2 Berechnung der Druckverluste im Kollektorfeld für Flachkollektoren

Druckverlust einer Kollektorreihe

Der Druckverlust einer Kollektorreihe steigt mit der Anzahl der Kollektoren je Reihe. Der Druckverlust einer Reihe inklusive dem Anschlusszubehör kann in Abhängigkeit von der Kollektoranzahl je Reihe der Tabelle 77 entnommen werden.

In Tabelle 77 sind die Druckverluste von den Kollektoren FKT-2, FKC-2 und FCC-2 für die Solarflüssigkeit SFF bei einer mittleren Temperatur von 50 °C angegeben.

Anzahl der Kollektoren pro Reihe n	Druckverlust einer Reihe mit n Junkers Flachkollektoren in [mbar]												
	FKC-2 senkrecht			FKC-2 waagerecht			FKT-2 senkrecht			FKT-2 waagerecht			FCC-2 senkrecht
													
	Bei Volumenstrom pro Kollektor in [l/h] (Nennvolumenstrom 50 l/h)												
	50	100[1)]	150[2)]	50	100[1)]	150[2)]	50	100[1)]	150[2)]	50	100[1)]	150[2)]	50
1	2,1	4,7	7,9	0,9	1,6	2,4	27,2	79,8	157,6	22,9	69,7	139,6	2,4
2	2,8	7,1	13,1	2,6	6,4	11,6	28	80,8	161	23,9	69,9	140,8	4
3	4,1	11,7	23	5,0	14,1	27,8	30	86,2	164,3	27,1	77,1	149	5,8
4	6	19,2	–	8,1	24,9	–	33,7	95,8	–	32,6	91,1	–	8
5	8,9	29,1	–	12,0	38,8	–	39	109,9	–	40,2	112	–	10,3
6	13,2	–	–	16,6	–	–	46	–	–	50	–	–	14,3
7	18,2	–	–	21,9	–	–	54,7	–	–	62,1	–	–	19,4
8	24,3	–	–	28,0	–	–	65,1	–	–	76,3	–	–	25,6
9	31,4	–	–	34,9	–	–	77,1	–	–	92,7	–	–	32,9
10	39,4	–	–	42,5	–	–	90,8	–	–	111,3	–	–	41,8

Tab. 77 Druckverluste von Kollektorreihen mit FKT-2, FKC-2 und FCC-2 inklusive automatischer Entlüfter und Anschluss-Set; Druckverluste gelten für die Solarflüssigkeit L bei einer mittleren Temperatur von 50 °C

1) Volumenstrom pro Kollektor bei Reihenschaltung von 2 Reihen (→ Seite 144)

2) Volumenstrom pro Kollektor bei Reihenschaltung von 3 Reihen (→ Seite 144)

[–] Anzahl der Kollektoren nicht zulässig

Druckverlust von in Reihe geschalteten Kollektorreihen

Um den Druckverlust der Kollektorreihen zu ermitteln, muss der tatsächliche Volumenstrom pro Kollektor ermittelt werden. Dies kann pauschal erfolgen:

- Eine Reihe = 50 l/h pro Kollektor
- 2 Reihen = 100 l/h pro Kollektor
- 3 Reihen = 150 l/h pro Kollektor

Der Druckverlust je Kollektorreihe wird aus der entsprechenden Spalte (50 l/h; 100 l/h; 150 l/h) in Tabelle 77, Seite 141 ausgelesen. Die Druckverluste jeder Kollektorreihe werden addiert.

Beispiel

- Gegeben:
  - Reihenschaltung von 2 Kollektorreihen mit jeweils 5 Kollektoren FKC-2S
- Gesucht:
  - Druckverlust des gesamten Kollektorfelds
- Berechnung:
  - Ermittlung des Kollektorvolumenstroms und entsprechende Spalte in der Tabelle auswählen. 2 Reihen = 100 l/h pro Kollektor
  - Druckverlust aus Tabelle 77 auf Seite 141 für 5 Kollektoren = 29,1 mbar/ Reihe
  - Druckverlust des Felds
    Δp_{Feld} = 29,1 mbar + 29,1 mbar
    (Druckverlust Reihe 1 + Druckverlust Reihe 2)
    Δp_{Feld} = 58,2 mbar
- Ergebnis:
  - Der Druckverlust des Kollektorfelds beträgt 58,2 mbar.

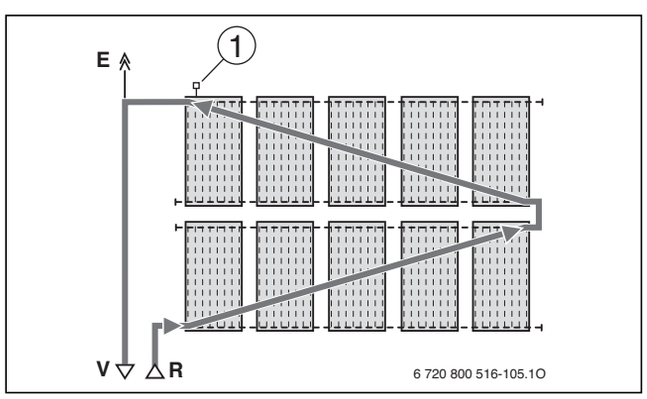


Bild 177 Reihenschaltung von 2 Kollektorreihen FKC-2

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf
[1] Kollektortemperaturfühler T1

Parallelschaltung von Kollektorreihen

Bei parallel verschalteten Kollektorreihen addiert sich der Druckverlust der Reihen nicht. In die Berechnung des Druckverlusts der Kollektoranlage wird nur der Widerstand einer Kollektorreihe eingerechnet. Bei paralleler Verschaltung der Kollektorreihen bleibt der Nennvolumenstrom pro Kollektor bei 50 l/h.

Beispiel

- Gegeben:
  - Parallelschaltung von 2 Kollektorreihen mit jeweils 5 Solarkollektoren FKC-2S
- Gesucht:
  - Druckverlust des gesamten Kollektorfelds
- Berechnung:
  - Volumenstrom durch einen Kollektor beträgt 50 l/h
  - ablesen aus Tabelle 77 auf Seite 141
- Ergebnis:
  - Der Druckverlust des Kollektorfelds ist gleich dem Ablesewert aus der Tabelle: 8,9 mbar.
    (Bei paralleler Anbindung wird nur eine Reihe gerechnet.)

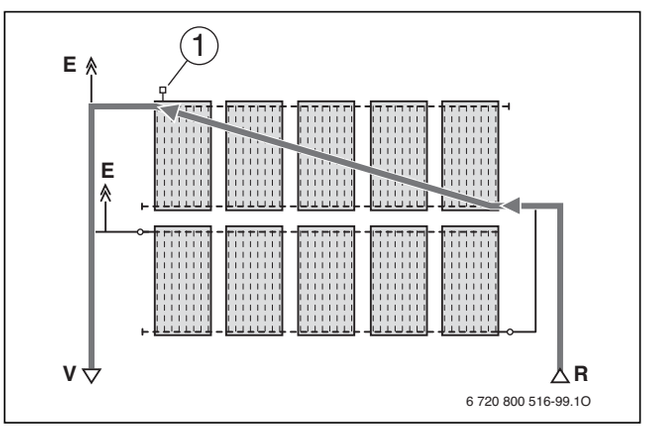


Bild 178 Parallelschaltung von 2 Kollektorreihen FKC-2 im Tichelmann-Prinzip (Parallelschaltung)

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf
[1] Kollektortemperaturfühler T1

Kombinierte Reihen- und Parallelschaltung

Bild 179 zeigt ein Beispiel für eine Kombination aus Reihen- und Parallelschaltung. Jeweils die beiden unteren und oberen Kollektorreihen sind in Reihe zu einem Teilfeld verschaltet. Beide Teilfelder sind parallel im Tichelmann-Prinzip hydraulisch verrohrt. Daraus ergibt sich, dass nur der Druckverlust eines Teilfelds in der Berechnung des Gesamtdruckverlusts betrachtet wird.

Die Festlegung des Druckverlustes für ein Teilfeld wird entsprechend dem Abschnitt Druckverlust von in Reihe geschalteten Kollektorreihen, Seite 144 berechnet: Nennvolumenstrom pro Teilfeld nach Anzahl der Reihen:

- 2 Reihen = 100 l/h
- 3 Reihen = 150 l/h

Im weiteren wird der Druckverlust der Kollektoren in der Tabelle 77 auf Seite 141 aus der entsprechenden Spalte ausgelesen und die Druckverluste der einzelnen Reihen des Teilfelds addiert.

Beispiel

- Gegeben:
  - Parallelschaltung von 2 Teilfeldern mit jeweils 2 Kollektorreihen, die sich aus je 5 Solarkollektoren FKC-2S zusammensetzen
- Gesucht:
  - Druckverlust des gesamten Kollektorfelds
- Berechnung:
  - Volumenstrom durch einen Kollektor 2 Reihen = 100 l/h
  - ablesen aus Tabelle 77 auf Seite 141: 29,1 mbar pro Kollektorreihe
  - Druckverlust des (Teil-)Felds Δp = Druckverlust Reihe 1 + Druckverlust Reihe 2
    Δp = 29,1 mbar + 29,1 mbar
    Δp = 58,2 mbar
- Ergebnis:
  - Der Druckverlust des Kollektorfelds beträgt 58,2 mbar.

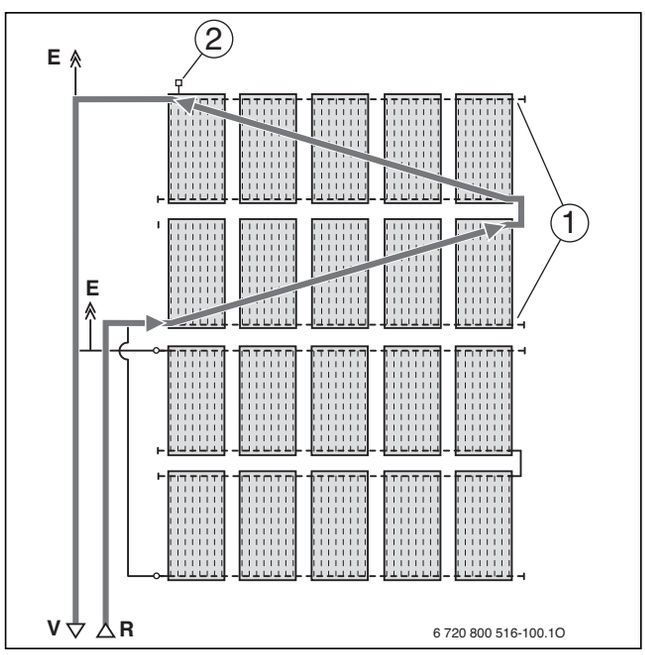


Bild 179 Kombination aus Reihen- und Parallelschaltung in einem Kollektorfeld mit FKC-2

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf

[1] Teilfeld 1
[2] Kollektortemperaturfühler T1

7.7.3 Berechnung der Druckverluste im Kollektorfeld für Vakuumröhrenkollektoren

Druckverlust der Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1; Wärmeträgermedium: Solarflüssigkeit LS; Mediumtemperatur 40 °C

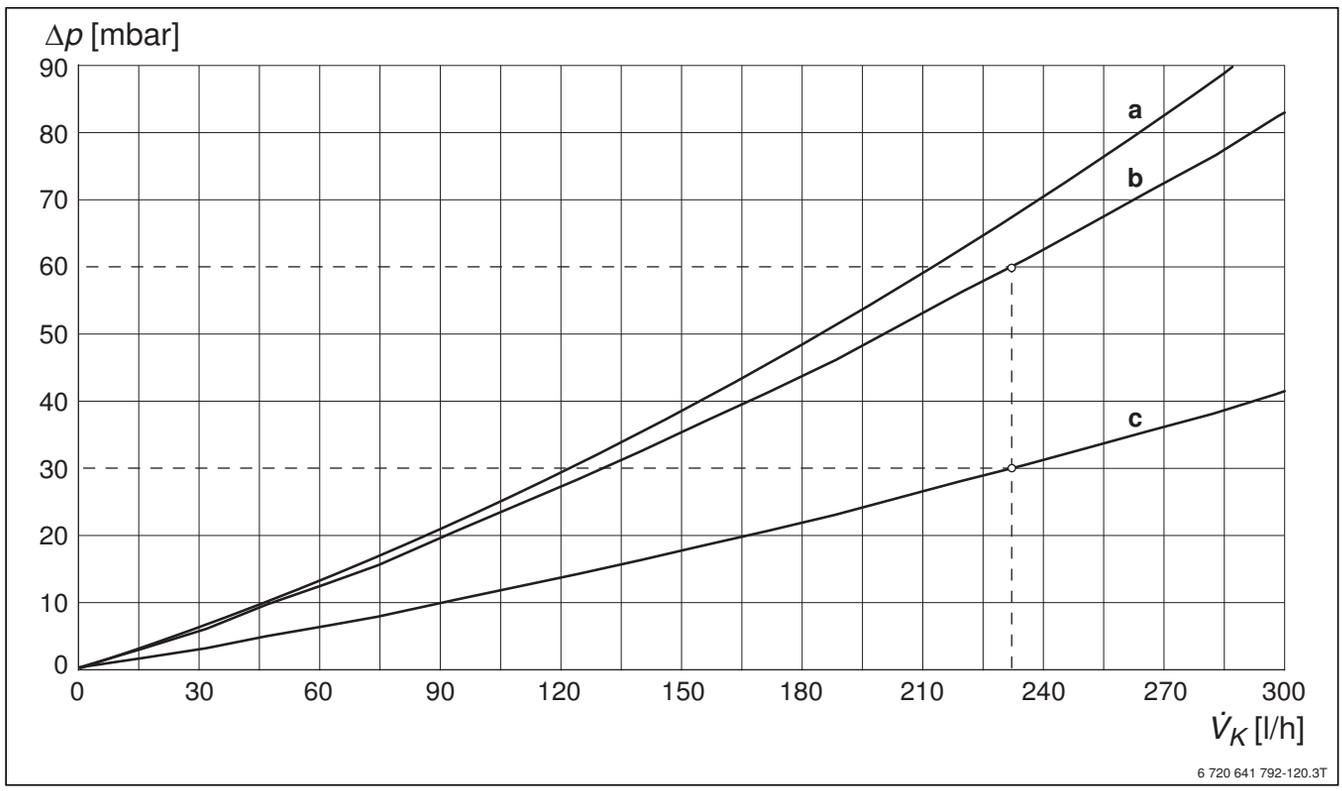


Bild 180 Druckverlust der Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1

a VK 230-1
b VK 280-1
c VK 140-1
Δp Druckverlust je Kollektor
$\dot{V}_K$ Volumenstrom

Druckverlust eines Kollektorfelds

Um den Druckverlust des Kollektorfelds zu ermitteln, muss zunächst der erforderliche Volumenstrom des Kollektorfelds ermittelt werden. Folgende Volumenströme werden den Kollektoren zugeordnet:

- VK 140-1 = 46 l/h
- VK 280-1 = 92 l/h
- VK 230-1 = 54 l/h

Entsprechend der Anzahl der einzelnen Kollektoren im Feld werden die Volumenströme addiert.

Ermittlung des Widerstands:

Aus dem Diagramm Bild 180 werden die Druckverluste für jeden Kollektor ausgelesen und addiert.

Beispiel

- Gegeben:
  - Ein Vakuumröhrenkollektor VK 140-1 und 2 Kollektoren VK 280-1
- Gesucht:
  - Druckverlust des Kollektorfelds
- Ermittlung:
  - Nennvolumenstrom der Einzelkollektoren addieren:
  - 1 × VK 140-1 = 46 l/h Nennvolumenstrom
  - 2 × VK 280-1 = 92 l/h + 92 l/h = 184 l/h Nennvolumenstrom
  - Einzelvolumenströme addieren:
    230 l/h Nennvolumenstrom des Kollektorfelds
  - Druckverluste aus Diagramm auslesen und addieren:
    1 x VK 140-1 = 30 mbar
    2 x VK 280-1 = 2 × 60 mbar
- Ergebnis:
  - Der Druckverlust des Kollektorfelds beträgt 30 mbar + 2 × 60 mbar = 150 mbar

7.7.4 Druckverlust der Rohrleitungen im Solarkreis

Rohrnetzberechnung

Die Strömungsgeschwindigkeit in den Rohrleitungen sollte über 0,4 m/s liegen, damit Luft, die sich noch im Wärmeträgermedium befindet, auch in Rohrleitungen mit Gefälle zum nächsten Luftabscheider transportiert wird. Ab Strömungsgeschwindigkeiten oberhalb von 1 m/s können störende Strömungsgeräusche auftreten. Bei der Druckverlustberechnung des Rohrnetzes sind Einzelwiderstände (z. B. Bögen und Armaturen wie Durchflussbegrenzer) zu berücksichtigen. In der Praxis wird pauschal ein Aufschlag von 30 %...50 % auf den Druckverlust der geraden Rohrleitungen berechnet. Je nach Verrohrung können die tatsächlichen Druckverluste stärker abweichen.

Bei Anlagen mit unterschiedlich ausgerichteten Kollektorfeldern (Ost/West-Anlagen) ist bei der Auslegung der gemeinsamen Vorlaufrohre der gesamte Volumenstrom zu berücksichtigen.

Anzahl der Flach-kollektoren	Volumen-strom in [l/h]	Strömungsgeschwindigkeit v [m/s] und Druckgefälle R [mbar/m] in Kupferrohren									
		v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		bei einer Rohrdimension									
		15 × 1		18 × 1		22 × 1		28 × 1,5		35 × 1,5	
2	100	0,21	0,93	–	–	–	–	–	–	–	–
3	150	0,31	1,37	–	–	–	–	–	–	–	–
4	200	0,42	3,41	0,28	0,82	–	–	–	–	–	–
5	250	0,52	4,97	0,35	1,87	–	–	–	–	–	–
6	300	0,63	6,97	0,41	2,50	–	–	–	–	–	–
7	350	0,73	9,05	0,48	3,30	0,31	1,16	–	–	–	–
8	400	0,84	11,6	0,55	4,19	0,35	1,40	–	–	–	–
9	450	0,94	14,2	0,62	5,18	0,40	1,80	–	–	–	–
10	500	–	–	0,69	6,72	0,44	2,12	–	–	–	–
12	600	–	–	0,83	8,71	0,53	2,94	0,34	1,01	–	–
14	700	–	–	0,97	11,5	0,62	3,89	0,40	1,35	–	–
16	800	–	–	–	–	0,71	4,95	0,45	1,66	–	–
18	900	–	–	–	–	0,80	6,12	0,51	2,06	0,31	0,62
20	1000	–	–	–	–	0,88	7,26	0,57	2,51	0,35	0,75
22	1100	–	–	–	–	0,97	8,65	0,62	2,92	0,38	0,86
24	1200	–	–	–	–	–	–	0,68	3,44	0,41	1,02
26	1300	–	–	–	–	–	–	0,74	4,00	0,45	1,21
28	1400	–	–	–	–	–	–	0,79	4,50	0,48	1,35
30	1500	–	–	–	–	–	–	0,85	5,13	0,52	1,56

Tab. 78 Strömungsgeschwindigkeit und Druckgefälle pro Meter gerade Kupferrohrleitung für die Solarflüssigkeit L bei 50 °C

Bei Feldern mit Vakuumröhrenkollektoren gilt der Nennvolumenstrom der unterschiedlichen Kollektoren.

Der Nennvolumenstrom beträgt je:

- VK 140-1 ca. 46 l/h
- VK 280-1 ca. 92 l/h
- VK 230-1 ca. 54 l/h

Druckverlust Edelstahl-Doppelwellrohr

Die Fließgeschwindigkeiten liegen bei 0,5...1,0 m/s. Die Druckverluste sind bezogen auf einen geraden Doppelmeter Wellrohr und Solarflüssigkeit bei 40 °C. Diese Werte dienen als Anhaltswerte. Bitte die genauen Druckverluste beim Rohrhersteller anfragen. Bei der Druckverlustberechnung des Rohrnetzes sind ebenfalls Einzelwiderstände (z. B. Bögen und Armaturen wie Durchflussbegrenzer) zu berücksichtigen (bei üblichen Anlagen ca. 30 %...50 %).

Volumenstrom in [l/h]	DN 16 in [mbar/m]	DN 20 in [mbar/m]
100	1	–
200	5	–
300	12	–
400	19	–
500	27	–
600	–	12
700	–	17
800	–	22
900	–	28,5
1000	–	35

Tab. 79 Druckverlust bei einem Doppelmeter gerade verlegtes Edelstahlwellrohr

Druckverlustfaktor für Solarflüssigkeit

Bei der Auslegung von Komponenten für die Druckverlustberechnung liegen häufig nur Angaben für das Flüssigkeitsmedium Wasser vor. Solarflüssigkeit SFF oder SFV haben jedoch eine höhere Viskosität (abhängig von der Temperatur) und damit einen teilweise deutlich höheren Druckverlust. Für eine einfache Druckverlustberechnung, bei der nur Angaben der Komponenten für Wasser vorliegen, z.B. bei einem Plattenwärmetauscher oder anderem Rohrmaterial kann der Druckverlustwert mit einem Druckverlustfaktor für die Solarflüssigkeit multipliziert werden.

T [°C]	45 Vol.-%
100	0,88
90	0,90
80	0,92
70	0,99
60	1,06
50	1,13
40	1,21
30	1,30
20	1,47
10	1,68
0	1,89
–10	2,27
–20	2,77

Tab. 80 Relativer Druckverlustfaktor der Solarflüssigkeit SFF im Vergleich zu Wasser bei 10 °C, Näherungswert bei turbulenter Rohrströmung (Quelle: Tyforop Chemie GmbH)

7.7.5 Druckverlust des ausgewählten Solarspeichers

Der Druckverlust des Solarspeichers ist von dem Anlagen-Gesamtvolumenstrom abhängig. Die Wärmetauscher der Solarspeicher haben aufgrund ihrer unterschiedlichen Dimensionierung einen unterschiedlichen Druckverlust.

Für eine überschlägige Bestimmung des Druckverlusts dient die Tabelle 81. Bei Mehrspeicheranlagen (Warmwasserspeicher und Pufferspeicher) ist der Druckverlust des Speichers mit dem höheren Widerstand bei Anlagen-Gesamtvolumenstrom in der Berechnung zu verwenden.

	Druckverlust Solarspeicher Wärmetauscher in [mbar] bei Anzahl der Flachkollektoren									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
	entspricht einem Volumenstrom in [l/h]									
Solarspeicher	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**	**600**
Warmwasserspeicher bivalent										
SK 300-5 solar	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–	–	–	–
SKE 290-5 solar	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–	–	–	–
SKE 400-5 solar	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–	–	–
SK 500-1 solar	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–	–
Warmwasserspeicher monovalent										
SW 290-1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–
SW 370-1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–
SW 400-1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
SW 450-1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Solar-Pufferspeicher										
P 500-5 S-solar	1,1	1,8	2,5	4,9	7,3	–	–	–	–	–
P 750-5 S-solar	1,1	1,8	2,5	4,9	7,3	8,7	10	–	–	–
P 1000-5 S-solar	1,1	1,8	2,5	4,9	7,3	8,7	10	11	12	–
Kombi-Pufferspeicher (Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung										
PF 500 solar	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,1	–	–	–
PF 800 solar	1,2	2,4	3,6	4,2	4,8	6,7	8,5	10,3	12,1	–
PF 1000 solar	6,1	6,7	7,3	8,5	9,7	11,5	13,3	15,1	16,9	17,0
SP 500-1 solar	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8	6,1	–	–	–
SP 750-1 solar	1,2	1,8	2,4	3,6	4,8	6,1	7,3	8,5	–	–
SP 900-1 solar	2,4	3,6	4,8	5,4	6,1	7,3	8,5	10,3	12,1	20,6
SP 750 solar	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–	–

Tab. 81 Druckverluste von Solarspeichern für Solarflüssigkeit bei 40 °C

7.7.6 Auswahl der Solarstation AGS ...

Die Auswahl der passenden Solarstation kann in erster Näherung über die Kollektoranzahl bestimmt werden. Für eine endgültige Auswahl sind Druckverlust (Restförderhöhe) und Volumenstrom im Kollektorkreis erforderlich.

Folgende Druckverluste sind dabei zu berücksichtigen:
- Druckverluste im Kollektorfeld (→ Seite 141)
- Rohrleitungs-Druckverlust (→ Seite 145)
- Druckverluste der Solarspeicher (→ Seite 147)
- Zusätzliche Druckverluste durch Wärmemengenzähler, Ventile oder andere Armaturen

Zur praktischen hydraulischen Dimensionierung der Solaranlage sind im Anhang (→ Kapitel 9.1, Seite 194) Dimensionierungsvorlagen abgedruckt.

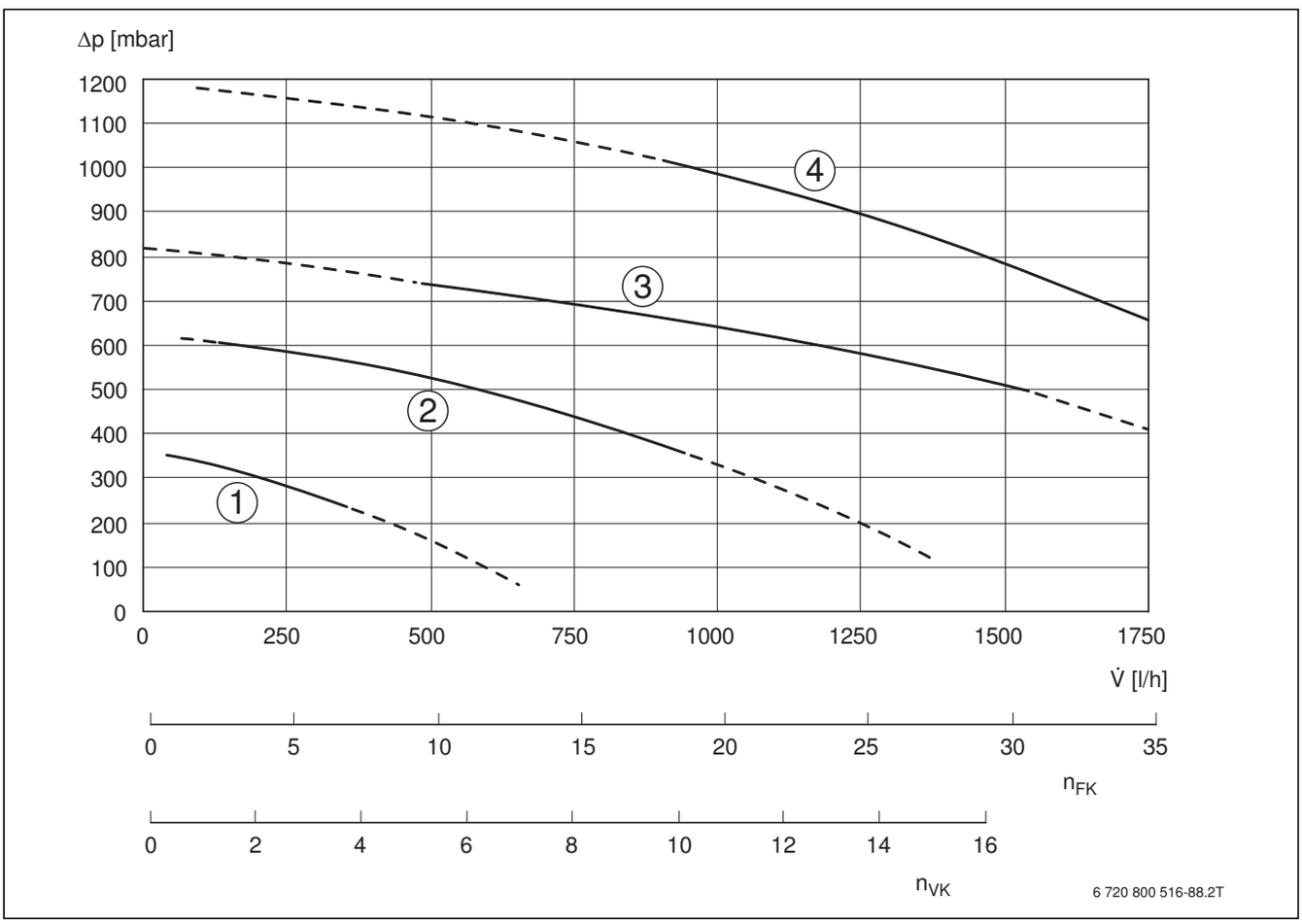


Bild 181 Restförderhöhen und Einsatzbereiche der Solarstationen AGS... in Abhängigkeit vom Volumenstrom und der Kollektoranzahl (Anzeigebereich des Durchflussbegrenzers entspricht den durchgezogenen Kurven 1, 2, 3, 4)

Δp Druckverlust
n_{FK} Anzahl Flachkollektoren FCC, FKC, FKT...
n_{VK} Anzahl Vakuumröhrenkollektoren VK 280-1 (12 Röhren)
V̇ Volumenstrom

[1] AGS 5
[2] AGS 10
[3] AGS 20
[4] AGS 50

7.8 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes

7.8.1 Berechnung des Solar-Anlagenvolumens

Das Volumen einer Solaranlage ist für die Auslegung des Ausdehnungsgefäßes und für die Mengenbestimmung der Solarflüssigkeit notwendig und wird wie folgt ermittelt:

$$V_A = V_K \cdot n_K + V_{WT} + V_{AGS} + V_R + V_V + V_{VRG}$$

F. 7 Berechnung Solar-Anlagenfüllvolumen

n_K Kollektorzahl
V_A Anlagenfüllvolumen in l
V_K Volumen eines Kollektors in l
V_{AGS} Volumen der Solarstation AGS in l
V_R Volumen der Rohrleitung in l
V_V Volumen Wasservorlage im AG in l (2 % des Anlagenfüllvolumens; ≥ 3 Liter)
V_{VRG} Volumen eines Vorschaltgefäßes (anlagenabhängig vorhanden)
V_{WT} Volumen der Solar-Wärmetauscher in l

Eine Zusammenstellung der einzelnen Komponenten befindet sich auf Seite 155 (Tabellen 84- 87) oder in den jeweiligen technischen Unterlagen der Komponenten.

7.8.2 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes für Flachkollektoren

Vordruck

Um die Solaranlagenhöhe zu berücksichtigen:

▶ Vordruck des Ausdehnungsgefäßes (AG) vor Befüllung der Solaranlage neu einstellen.

Der benötigte Vordruck wird mit folgender Formel berechnet:

$$p_V = 0{,}1 \cdot h_{stat} + 0{,}4 \text{ bar}$$

F. 8 Berechnung Vordruck eines Ausdehnungsgefäßes

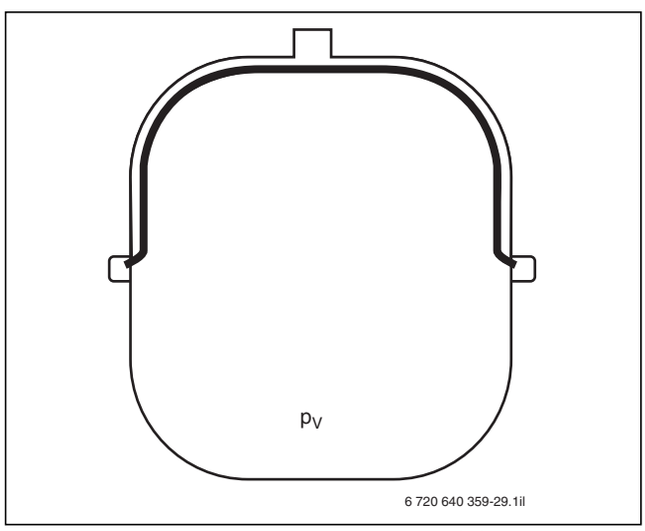


Bild 182 Vordruck eines Ausdehnungsgefäßes

Legende zu Formel 8 und Bild 182:

h_{stat} Statische Höhe in m zwischen Mitte AG und höchstem Anlagepunkt
p_V AG-Vordruck in bar; **Mindestvordruck = 1,2 bar**

Fülldruck

Beim Befüllen der Solaranlage nimmt das Ausdehnungsgefäß die „Wasservorlage“ auf, da sich an der Membran ein Gleichgewicht zwischen Flüssigkeitsdruck und Gasdruck einstellt. Die Wasservorlage V_V wird im kalten Zustand der Anlage eingebracht und über den Fülldruck am wasserseitigen Anlagenmanometer nach der Entlüftung und Entgasung der Anlage im kalten Zustand kontrolliert. Wir empfehlen einen Fülldruck von 0,3 bar über dem Vordruck des AGs. Damit wird bei Stagnation eine kontrollierte Verdampfungstemperatur von 120 °C erreicht.

Der Fülldruck wird mit folgender Formel berechnet:

$$p_0 = p_V + 0{,}3 \text{ bar}$$

F. 9 Berechnung Fülldruck eines Ausdehnungsgefäßes

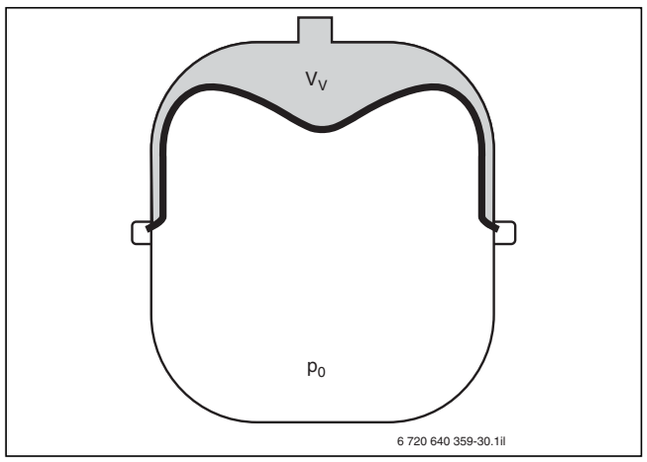


Bild 183 Fülldruck eines Ausdehnungsgefäßes

Legende zu Formel 9 und Bild 183:

p_0 AG-Fülldruck in bar
p_V AG-Vordruck in bar
V_V Wasservorlage in l

Eine Abweichung vom optimalen Vor- oder Fülldruck hat immer eine Verkleinerung des Nutzvolumens zur Folge. Hierdurch kann es zu Betriebsstörungen der Solaranlagen kommen.

Enddruck

Bei maximaler Kollektortemperatur wird durch zusätzliche Aufnahme des Ausdehnungsvolumens V_e das Füllgas auf den Enddruck komprimiert.

Der Enddruck der Solaranlage und somit die Druckstufe sowie die Größe des erforderlichen AGs wird durch den Ansprechdruck des Sicherheitsventils bestimmt.

Der Enddruck wird mit folgenden Formeln berechnet:

$$p_e \leq p_{SV} - 0{,}2\ \text{bar} \qquad \text{fuer } p_{SV} \leq 3\,\text{bar}$$

$$p_e \leq 0{,}9 \cdot p_{SV} \qquad \text{fuer } p_{SV} > 3\,\text{bar}$$

F. 10 Berechnung Enddruck eines Ausdehnungsgefäßes in Abhängigkeit vom Ansprechdruck des Sicherheitsventils

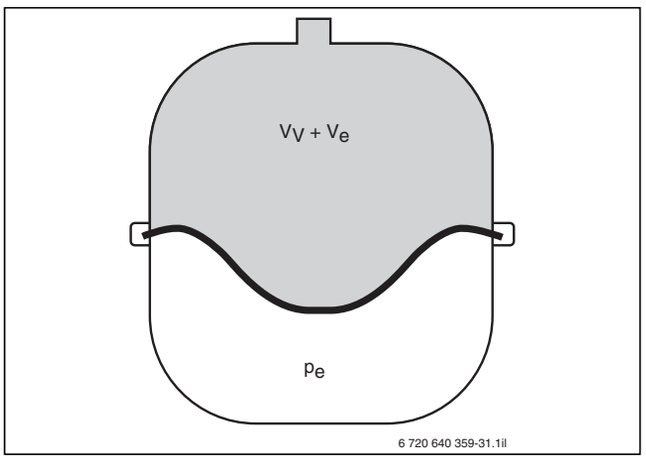


Bild 184 Enddruck eines Ausdehnungsgefäßes

Legende zu Formel 10 und Bild 184:

p_e AG-Enddruck in bar
p_{SV} Ansprechdruck des Sicherheitsventils in bar (bei allen AGS... und SBT...-2 = 6 bar)
V_e Ausdehnungsvolumen in l
V_V Wasservorlage in l

Eigensicherheit der Solaranlage

Wenn das AG die Volumenänderung infolge Verdampfung der Solarflüssigkeit im Kollektor und in den Anschlussleitungen aufnehmen kann (Stagnation), gilt eine Solaranlage als eigensicher. Bei nicht eigensicheren Solaranlagen bläst das Sicherheitsventil während der Stagnation ab. Die Solaranlage muss dann neu in Betrieb genommen werden.

Anschlussleitungen oberhalb der Kollektorunterkante (bei übereinander angeordneten Kollektoren gilt der unterste Kollektor) können bei Stagnation mit Dampf gefüllt sein und müssen beim Dampfvolumen berücksichtigt werden.

Der Auslegung eines AGs liegen folgende Annahmen und Formeln zugrunde:

$$V_D = n_K \cdot V_K + V_{DR}$$

F. 11 Berechnung Verdampfungsvolumen

n_K Anzahl der Kollektoren
V_D Verdampfungsvolumen in l
V_{DR} Volumen in den Anschlussleitungen
V_K Volumen eines Kollektors (→ Tabelle 85, Seite 155)

$$V_{n,min} = (V_A \cdot n + V_D + V_V) \cdot \frac{(p_e + 1)}{(p_e - p_0)}$$

F. 12 Berechnung Mindestvolumen des AGs

n Ausdehnungskoeffizient (= 7,3 % bei $\Delta\vartheta$ = 100 K)
V_A Anlagenfüllvolumen in l (→ Formel 7)
V_D Verdampfungsvolumen in l
$V_{n,min}$ Mindestvolumen des AGs in l
V_V Volumen Wasservorlage im AG in l (2 % des Solaranlagenfüllvolumens – mindestens 3 Liter)
p_e AG-Enddruck in bar
p_0 AG-Fülldruck in bar

Beispiel

- Gegeben
  - 6 Kollektoren FKT-2S
  - Solar-Pufferspeicher P 750-5 S-solar
  - einfache Rohrlänge (Entfernung): 15 m
  - Dimension Cu-Rohrleitung: 18 mm
  - Statische Höhe zwischen AG und höchstem Anlagenpunkt:
    H = 10 m
  - Sicherheitsventil: 6 bar
- Gesucht
  - Größe eines geeigneten Ausdehnungsgefäßes
- Berechnung
  - Anlagenfüllvolumen

$$V_A = V_K \cdot n_K + V_{WT} + V_{AGS} + V_R + V_V$$

$$V_A = 1{,}61\ \text{l} \cdot 6 + 14\ \text{l} + 0{,}5\ \text{l} + 2 \cdot 15\ \text{m} \cdot 0{,}201\ \text{l/m} + 3\ \text{l}$$

$$V_A = 33{,}19\ \text{l}$$

  - Vordruck

$$p_V = 0{,}1 \cdot h_{stat} + 0{,}4\ \text{bar}$$

$$p_V = 0{,}1 \cdot 10\ \text{m} + 0{,}4\ \text{bar}$$

$$p_V = 1{,}4\ \text{bar}$$

  - Fülldruck

$$p_0 = p_V + 0{,}3\ \text{bar}$$

$$p_0 = 1{,}4\ \text{bar} + 0{,}3\ \text{bar}$$

$$p_0 = 1{,}7\ \text{bar}$$

  - Verdampfungsvolumen

$$V_D = n_K \cdot V_K + V_{DR}$$

$$V_D = 6 \cdot 1{,}61\ \text{l} + 5\ \text{m} \cdot 0{,}201\ \text{l/m}$$

$$V_D = 10{,}67\ \text{l}$$

  - Mindestvolumen

$$V_{n,min} = (V_A \cdot n + V_D + V_V) \cdot \frac{(p_e + 1)}{(p_e - p_0)}$$

$$= (33{,}19\ \text{l} \cdot 0{,}073 + 10{,}67\ \text{l} + 3\ \text{l}) \cdot \frac{(0{,}9 \cdot 6\ \text{bar} + 1)}{(0{,}9 \cdot 6\ \text{bar} - 1{,}7\ \text{bar})}$$

$$V_{n,min} = 27{,}84\ \text{l}$$

- Ergebnis
  - Es wird das nächstgrößere Ausdehnungsgefäß gewählt: 35 l.

7.8.3 Auslegung des Ausdehnungsgefäßes für Vakuum-Röhrenkollektoren

Für die Absicherung des Solarkreises ist ein Sicherheitsventil von 6 bar vorzusehen. Die Eignung der geplanten Baugruppen und Bauteile ist hinsichtlich dieser Druckstufe zu prüfen. Um die Sicherheitsgruppe vor zu hohen Temperaturen zu schützen, ist das Ausdehnungsgefäß 20...30 cm oberhalb der Solarstation im Rücklauf zu montieren. Weiterhin muss die Mindestrohrleitungslänge für den Vor- und Rücklauf zwischen Kollektor und Solarstation jeweils 10 m betragen. Der Höhenunterschied zwischen Kollektor und Solarstation muss über 2 m sein.

Anlagenbeispiel solare Warmwasserbereitung

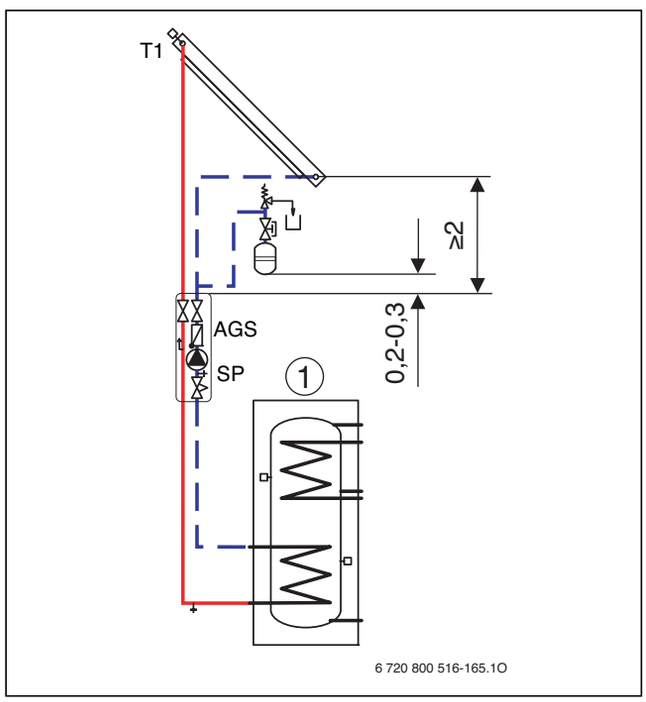


Bild 185 Anlagenbeispiel (Maße in m)

AGS Solarstation
T1 Kollektortemperaturfühler
SP Solarpumpe
[1] Solarspeicher SK(E)... solar

Bei Dachheizzentralen sind abweichende Vorgaben zur Installation zu beachten. Siehe unter "Solar-Ausdehnungsgefäß SAG-Montagehinweis zu Dachheizzentralen" in Kapitel 5.5.1, Seite 97.

Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Ausdehnungsgefäßgröße

Wegen der Kollektor-Konstruktion und des abweichenden Dampfverhaltens wird auch die Größe für das Ausdehnungsgefäß abweichend ermittelt.

Den folgenden Formeln liegt ein Sicherheitsventil von 6 bar zugrunde.

Zur genauen Berechnung der Ausdehnungsgefäßgröße müssen zunächst die Volumeninhalte der Anlagenteile ermittelt werden, um anschließend mit folgender Formel die Ausdehnungsgefäßgröße berechnen zu können:

$$V_{n,\,min} = (V_A \cdot 0,1 + V_D \cdot 1,25) \cdot DF$$

F. 13 Berechnung Nenngröße des Ausdehnungsgefäßes

DF Druckfaktor (→ Tabelle 82, Seite 154)
V_A Anlagenfüllvolumen (Inhalt des gesamten Solarkreises, nach Formel 7, Seite 149, ohne "V_V"; V_V hier nach Formel 15 und 16, Seite 153)
V_D Inhalt der Kollektoren und Rohrleitungen, die im Dampfbereich oberhalb der Kollektorunterkante liegen
$V_{n,min}$ Mindestvolumen des Ausdehnungsgefäßes in l

- Gegeben
  - 2 Kollektoren VK 280-1
  - Cu-Rohrleitung: 15 mm, Länge = 2 × 15 m
  - Statische Höhe: H = 9 m
  - Inhalt des Speicherwärmetauschers (SKE 290-5 solar) und der Solarstation
  - Cu-Rohrleitung im Dampfbereich: 15 mm, Länge = 2 × 2 m
- Die Inhalte der genannten Anlagenkomponenten werden mit Tabelle 84 bis Tabelle 87 auf Seite 155 bestimmt.

Ergebnis Anlagenvolumen:

$$V_A = V_K \times n_K + V_{WT} + V_{AGS} + V_R$$
$$V_A = 2,12\,l \times 2 + 8,5\,l + 0,5\,l + 2 \times 15\,m \times 0,133\,l/m$$
$$V_A = 17,23\,l$$

Ergebnis Dampfvolumen:

$$V_D = V_K \times n_K + V_{DR}$$
$$V_D = 2,12\,l \times 2 + 4 \times 0,133\,l/m$$
$$V_D = 4,77\,l$$

Rohrleitungen oberhalb der Kollektorunterkante (bei mehreren Kollektoren übereinander gilt der unterste Kollektor) können bei Stillstand der Solaranlage mit Dampf gefüllt sein. So zählen zum Dampfvolumen V_D die Inhalte der betroffenen Rohrleitungen und der Kollektoren.

Berechnung der Ausdehnungsgefäßgröße

$$V_{n,\,min} = (V_A \cdot 0,1 + V_D \cdot 1,25) \cdot DF$$

$$DF\ (9\ m) = 2,77$$

$$V_{n,\,min} = (17,23\ l \cdot 0,1 + 4,77\ l \cdot 1,25) \cdot 2,77$$

$$V_{n,\,min} = 21,29\ l$$

F. 14 Berechnung der Ausdehnungsgefäßgröße

- Ergebnis
  - Es wird mindestens das nächstgrößere Ausdehnungsgefäß gewählt: 25 l.

Berechnung von Anlageninhalt, Vordruck und Betriebsdruck

Für die Ermittlung der notwendigen Menge an Solarflüssigkeit muss zum Anlageninhalt noch die Vorlage des entsprechenden Ausdehnungsgefäßes hinzugefügt werden.

Die Vorlage im Ausdehnungsgefäß entsteht durch das Befüllen der Solaranlage vom Vordruck auf den Betriebsdruck (abhängig von der statischen Höhe „H“).

Aus Tabelle 82 auf Seite 154 sind der Prozentsatz der Wasservorlage, bezogen auf die gewählte Gefäßnenngröße und die Druckvorgaben zu entnehmen.

Bei einer statischen Höhe von 9 m gilt:

$$V_{Vorlage} = V_{Nenn} \cdot \text{Faktor Wasservorlage}$$

$$\text{Faktor Wasservorlage (9 m)} = 7,7\ \%$$

$$V_{Vorlage} = 25\ l \cdot 0,077$$

$$V_{Vorlage} = 1,9\ l$$

F. 15 Berechnung Vorlage

V_{Nenn} Volumen des gewählten Ausdehnungsgefäßes

Berechnung der notwendigen Menge Solarflüssigkeit

$$V_{ges} = V_A + V_{Vorlage}$$

$$V_{ges} = 17,23\ l + 1,9\ l$$

$$V_{ges} = 19,13\ l$$

F. 16 Berechnung Menge Solarflüssigkeit

Ergebnis

Das Ausdehnungsgefäß mit 25 l ist ausreichend. Der Vordruck beträgt nach Tabelle 82 (→ Seite 154) 2,6 bar, der Betriebsdruck 2,9 bar und der Inhalt Solarflüssigkeit ca. 19 l.

Bestimmung des Druckfaktors

Statische Höhe H [m]	Druckfaktor DF	Faktor Wasserlage [%]	AG-Vordruck [bar]	Fülldruck [bar]
2	2,21	9,4	1,9	2,2
3	2,27	9,1	2,0	2,3
4	2,34	8,8	2,1	2,4
5	2,41	8,6	2,2	2,5
6	2,49	8,3	2,3	2,6
7	2,58	8,1	2,4	2,7
8	2,67	7,9	2,5	2,8
9	2,77	7,7	2,6	2,9
10	2,88	7,5	2,7	3,0
11	3,00	7,3	2,8	3,1
12	3,13	7,1	2,9	3,2
13	3,28	7,0	3,0	3,3
14	3,43	6,8	3,1	3,4
15	3,61	6,7	3,2	3,5
16	3,80	6,5	3,3	3,6
17	4,02	6,4	3,4	3,7
18	4,27	6,3	3,5	3,8
19	4,54	6,1	3,6	3,9
20	4,86	6,0	3,7	4,0

Tab. 82 Bestimmung des Druckfaktors

Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Vorschaltgefäßgröße

Für die thermische Absicherung des Ausdehnungsgefäßes, speziell bei der solaren Heizungsunterstützung sowie Anlagen zur Warmwasserbereitung mit solaren Deckungsraten über 60 %, sollte vor dem Ausdehnungsgefäß ein Vorschaltgefäß installiert werden. Dies gilt besonders bei Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren.

Weitere Informationen sind im Kapitel 5.5.2, Seite 98 zusammengefasst.

Vorschaltgefäßgröße	Einheit	6 l	12 l
Höhe	mm	270	270
Durchmesser	mm	160	270
Anschluss	Zoll	2 × R ¾	2 × R ¾
Maximaler Betriebsdruck	bar	10	10

Tab. 83 Technische Daten Vorschaltgefäß

Für die Größe des Vorschaltgefäßes gilt folgender Richtwert:

$$V_{Vor} \geq V_D - V_{Rohr}$$

F. 17 Berechnung Nenngröße des Vorschaltgefäßes

V_{Vor} Nenngröße des Vorschaltgefäßes
V_D Inhalt der Kollektoren und Rohrleitungen, die im Dampfbereich oberhalb der Kollektorunterkante liegen
V_{Rohr} Rohrleitungen unterhalb der Kollektorunterkante bis Solarstation

Wenn größere Vorschaltgefäße notwendig sind, können auch mehrere Vorschaltgefäße in Reihe zur Vergrößerung des Volumens verschaltet werden.

Füllvolumen Anlagen-Komponenten

Rohrdimension	Spezifisches Leitungsvolumen in [l/m]
Cu 15 × 1,0	0,133
Cu 18 × 1,0	0,201
Cu 22 × 1,0	0,314
Cu 28 × 1,5	0,491
Cu 35 × 1,5	0,804
Cu 42 × 1,5	1,195
Edelstahl-Wellrohr DN16	0,26
Edelstahl-Wellrohr DN20	0,41
Edelstahl-Wellrohr DN25	0,61

Tab. 84 Spezifisches Leitungsvolumen der Rohrleitungen

Kollektoren	Ausführung	Kollektorinhalt in [l]
FCC-2	Senkrecht	0,80
FKC-2	Senkrecht	0,94
FKC-2	Waagerecht	1,35
FKT-2	Senkrecht	1,61
FKT-2	Waagerecht	1,95
VK 140-1	6 Röhren	0,97
VK 280-1	12 Röhren	2,12
VK 230-1	21 Röhren	2,50

Tab. 85 Volumen Kollektoren

Solarstationen	Füllvolumen in [l]
Ein-Strang-Solarstation	0,2
2-Strang-Solarstation	0,5

Tab. 86 Füllvolumen der einzelnen Anlagenteile

Speicher	Wärmetauscherinhalt in [l]
Warmwasserspeicher bivalent	
SK 300-5 solar	8,8
SKE 290-5 solar	8,5
SKE 400-5 solar	12,1
SK 500-1 Solar	8,5
Warmwasserspeicher monovalent	
SW 290-1	22,0
SW 370-1	29,0
SW 400-1	47,5
SW 450-1	38,5
Solar-Pufferspeicher	
P 500-5 S-solar	10,9
P 750-5 S-solar	14,0
P 1000-5 S-solar	16,8
Kombi-Pufferspeicher (Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung)	
PF 500 solar	12,3
PF 800 solar	15,6
PF 1000 solar	19,3
SP 500-1 solar	12,3
SP 750-1 solar	15,6
SP 900-1 solar	19,3
SP 750 solar	14,0

Tab. 87 Volumen Speicher-Wärmetauscher

8 Planungshinweise zur Montage

8.1 Rohrleitung, Wärmedämmung und Verlängerungskabel für Kollektortemperaturfühler

Glykol- und temperaturbeständige Abdichtung

Alle Bauteile einer Solaranlage (z. B. auch elastische Dichtungen der Ventilsitze, Membranen in den Ausdehnungsgefäßen) müssen aus glykolbeständigem Material und sorgfältig abgedichtet sein, da die Wasser-Glykol-Gemische kriechfreudiger sind als Wasser. Bewährt haben sich Aramit-Faserdichtungen. Für die Stopfbuchsendichtungen eignen sich Graphitschnüre. Hanfdichtungen sind zusätzlich mit temperatur- und glykolbeständiger Gewindepaste zu bestreichen. Als Gewindepaste sind z. B. die Produkte „Neo Fermit universal“ oder „Fermitol“ der Firma Nissen verwendbar (Herstellerangaben beachten).

Eine einfache und sichere Abdichtung der Kollektoranschlüsse bieten die Solar-Schlauchtüllen und Steckverbinder an den Junkers Kollektoren. Für den sicheren Anschluss an das Spezialdoppelrohr SDR 15 und SDR 18 stehen Anschluss-Sets zur Verfügung.

Verlegen der Rohrleitungen

Alle Verbindungen im Solarkreis müssen hartgelötet werden. Alternativ können Pressfittings eingesetzt werden, wenn diese für den Einsatz mit einem Wasser-Glykol-Gemisch und den entsprechend hohen Temperaturen (200 °C) geeignet sind. Alle Rohrleitungen müssen mit Steigung zum Kollektorfeld oder zum automatischen Entlüfter, wenn vorhanden, verlegt sein. Beim Verlegen der Rohrleitungen ist auf die Wärmeausdehnung zu achten. Den Rohren müssen Dehnungsmöglichkeiten (Bögen, Gleitschellen, Kompensatoren) gegeben werden, um Schäden und Undichtigkeiten zu vermeiden.

Kunststoff-Leitungen und verzinkte Bauteile sind für Solaranlagen nicht geeignet.

Wärmedämmung

Es ist möglich, Anschlussleitungen in ungenutzten Kaminen, Luftschächten oder Wandschlitzen (bei Neubauten) zu verlegen. Offene Schächte sind mit geeigneten Maßnahmen abzudichten, damit kein erhöhter Wärmeverlust durch Luftauftrieb (Konvektion) entsteht.

Die Wärmedämmung der Anschlussleitungen muss für die Betriebstemperatur der Solaranlage ausgelegt sein. Deshalb müssen entsprechend hochtemperaturbeständige Dämmmaterialien, z. B. Dämmschläuche aus EPDM-Kautschuk, verwendet werden. Im Außenbereich muss die Wärmedämmung UV- und witterungsbeständig sein. Die Anschluss-Sets für Solarkollektoren FKT-2 haben eine UV- und hochtemperaturbeständige Wärmedämmung aus EPDM-Kautschuk. Die Solarkollektoren, Solarstation und Solarspeicher von Junkers sind werkseitig mit einem optimalen Wärmeschutz ausgestattet.

Die Tabelle 88 zeigt eine Auswahl von Produkten für die Dämmung von Rohrleitungen in Solaranlagen. Mineralwolle ist für die Außenmontage nicht geeignet, weil sie Wasser aufnimmt und dann keinen Wärmeschutz mehr bietet.

Rohrdurchmesser außen in [mm]	SDR (Doppelrohr) Dämmdicke[1)] in [mm]	nmc INSUL-TUBE solar (Doppelrohr) Durchmesser Isolierung (nominal) in [mm]	nmc HT insul Tube Rohrdurchmesser × Dämmdicke (λ = 0,045 W/m · K) in [mm]	Mineralwolle Dämmdicke (bezogen auf λ = 0,035 W/m · K)[1)] in [mm]
15	15	–	15...19	20
18	17	–	18...19 18...25	20
20	–	13...16	22...19 22...25	20
22	–	–	22...19 22...25	20
25	–	13...20	–	30
28	–	–	28...19 28 ...25	30
32	–	13...25	–	30
35	–	–	35...19	30
42	–	–	–	40

Tab. 88 Dämmdicken des Wärmeschutzes für eine Auswahl von Produkten für Solaranlagen

1) Anforderungen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV)

Verlängerungskabel für Kollektortemperaturfühler
Mit Verlegung der Rohrleitung sollte gleichzeitig ein 2-adriges Kabel (bis 50 m Kabellänge 2 × 0,75 mm^2) für den Kollektortemperaturfühler mit verlegt werden. In der Isolierung des Spezialdoppelrohrs SDR ist ein entsprechendes Kabel mitgeführt. Wenn das Verlängerungskabel des Kollektortemperaturfühlers zusammen mit einem 230-V-Kabel verlegt wird, muss das Kabel abgeschirmt sein. Der Kollektortemperaturfühler ist im Fühlerleitrohr des Kollektors einzusetzen, von der die Vorlaufsammelleitung abgeht.

8.2 Entlüftung

8.2.1 Automatischer Entlüfter

Wenn **nicht** mit Fülleinrichtung und Luftabscheider gearbeitet wird, erfolgt die Entlüftung thermischer Solaranlagen mit Flachkollektoren über automatische Entlüfter am höchsten Punkt der Anlage. Nach dem Befüllvorgang muss dieser unbedingt geschlossen werden, damit im Stagnationsfall aus der Anlage keine dampfförmige Solarflüssigkeit austreten kann. Vakuumröhrenkollektoren müssen mit Fülleinrichtung und Luftabscheider befüllt und entlüftet werden.

Am höchsten Punkt der Anlage (→ Bild 186, Detail E) sowie bei jedem Richtungswechsel nach unten mit erneuter Steigung (z. B. bei Gauben, → Bild 175 auf Seite 139) muss ein automatischer Entlüfter eingeplant werden.

Bei mehreren Kollektorreihen ist für jede Reihe ein automatischer Entlüfter einzuplanen (→ Bild 187). Bei einer Reihenschaltung nach Bild 188 kann über die obere Reihe entlüftet werden.

Ein automatischer Ganzmetall-Entlüfter kann als Entlüftersatz (ELT...) bestellt werden. Für Solaranlagen sind automatische Entlüfter mit Kunststoff-Schwimmer aufgrund der auftretenden hohen Temperaturen nicht verwendbar. Wenn der Platz für einen automatischen Ganzmetall-Entlüfter mit vorgeschaltetem Kugelhahn nicht ausreicht, ist ein Entlüftungsventil mit Auffangbehälter einzuplanen.

Bei Anlagen mit mehreren Reihen und umfangreicher Verrohrung auf dem Dach empfehlen wir, einen weiteren Luftabscheider im Vorlauf zur Entlüftung der restlichen Luft zu installieren.

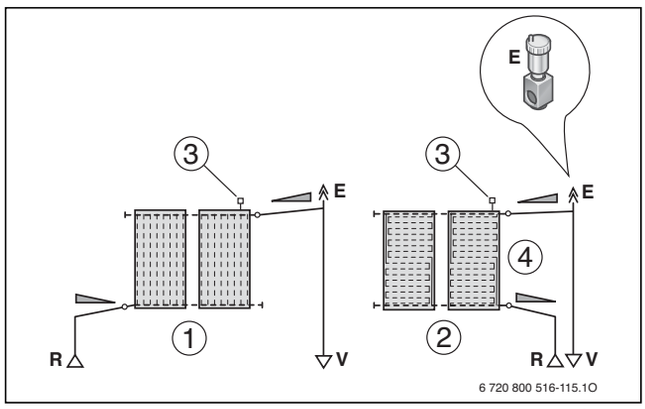


Bild 186 Hydraulikschema mit automatischem Entlüfter am höchsten Punkt der Anlage

E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf
[1] Flachkollektoren FKC/FCC
[2] Flachkollektoren FKT
[3] Kollektortemperaturfühler T1
[4] Gleichseitiger Anschluss

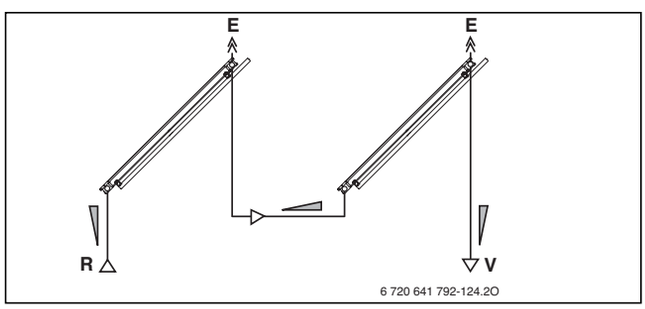


Bild 187 Hydraulikschema mit automatischem Entlüfter für jede Kollektorreihe am Beispiel Flachdachmontage (Reihenschaltung)

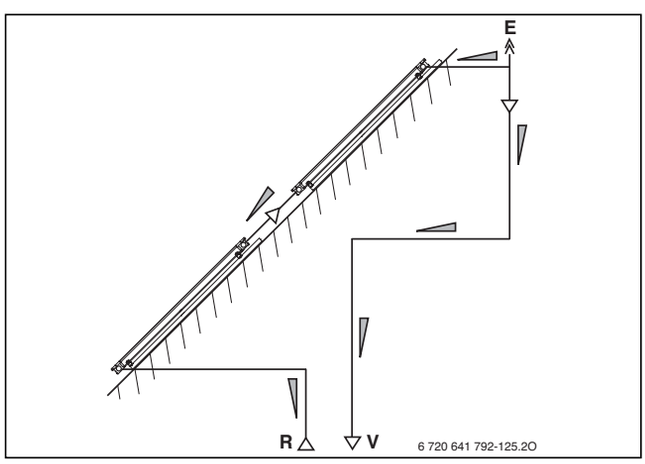


Bild 188 Hydraulikschema mit automatischem Entlüfter über die obere Reihe am Beispiel Aufdachmontage (Reihenschaltung)

Legende zu Bild 187 und Bild 188:
E Entlüftung
R Rücklauf
V Vorlauf

8.2.2 Fülleinrichtung und Luftabscheider

Heute ist es Standard, die Solaranlage mit einer Füllstation zu befüllen. Während der Befüllung wird der größte Teil der Luft durch die hohe Fließgeschwindigkeit, die die Fülleinrichtung liefert, über ein „offenes Gefäß“ an der Solar-Befüllpumpe aus der Anlage gespült. Die automatischen Entlüfter auf dem Dach können entfallen. Stattdessen befindet sich ein zentraler manueller Luftabscheider in der 2-Strang-Komplettstation AGS... Zu diesem manuellen Luftabscheider sollte bauseits ein automatischer Mikroblasenluftabscheider im Rücklauf zwischen Speicher und Solarstation eingebaut werden. Wenn als Rohrleitung ein Wellrohr verwendet worden ist, erhöht sich der Zeitaufwand zum Spülen deutlich.

Vorteile des Systems sind:

- Reduzierter Montageaufwand, weil keine automatischen Entlüfter auf dem Dach erforderlich sind
- Einfache und schnelle Inbetriebnahme, das heißt Befüllen und Entlüften in einem Schritt
- Optimal entlüftete Anlage
- Wartungsarmer Betrieb

Wenn das Kollektorfeld aus mehreren parallel geschalteten Reihen besteht, ist jede einzelne Reihe mit einer Absperrarmatur im Vorlauf zu versehen, vorzugsweise mit einem absperrbaren, temperatur- und glykolbeständigen Durchflussbegrenzer. Während des Befüllvorgangs wird jede Reihe einzeln befüllt und entlüftet.

Zur schnellen und effizienten Entlüftung der Solar-Wärmetauscher der Speicher und Puffer empfehlen wir, vor allem bei großen Volumina, zwischen Solarstation und Wärmetauscher ein Füll- und Entleerventil einzubauen. Zur kompletten Entleerung und zur richtigen Befüllung ist ein weiterer Füll- und Entleerhahn an der tiefsten Stelle zwischen Wärmetauscher und Rücklauf Solarstation einzusetzen. In Anlagen mit externem Wärmetauscher im Solarkreis erfolgt das Spülen gemäß Bild 190.

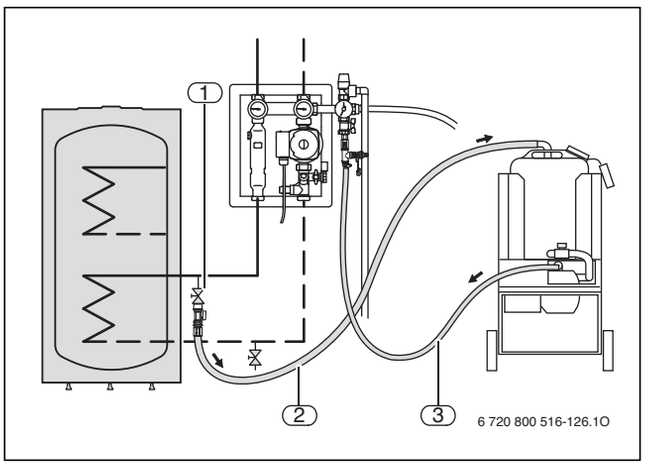


Bild 189 Spülen eines Standardsystems mit einem großvolumigen Speicher oder Puffer

[1] Füll- und Entleerhahn (bauseits)
[2] Rücklaufschlauch
[3] Druckschlauch

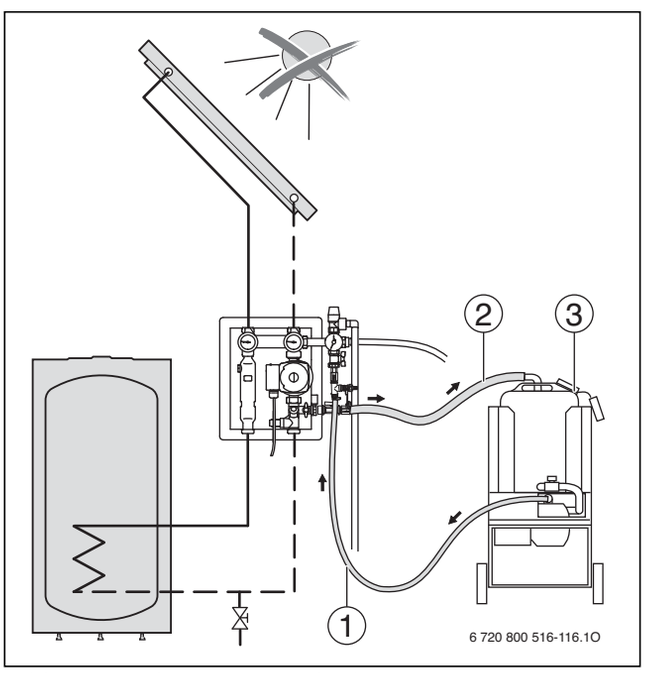


Bild 190 Spülen eines Standardsystems

[1] Druckschlauch
[2] Rücklaufschlauch
[3] Fülleinrichtung

8.2.3 Volumenstrom einstellen

Der Volumenstrom wird im kalten Zustand (30...40 °C) eingestellt.

Jedes Kollektorfeld hat einen Nennvolumenstrom (→ Kapitel 7.7.1 auf Seite 140). Auf diesen Volumenstrom muss der Wasserumlauf begrenzt werden. Dies erfolgt zunächst über die Leistungsstufe der Pumpe und dann über den Durchflussbegrenzer.

- ▶ Kugelhähne mit Thermometer [1] auf 0° stellen (Schwerkraftbremsen funktionsbereit).
- ▶ Durchflussbegrenzer [2] mit Innensechskantschlüssel SW4 komplett öffnen.
- ▶ Am Regler die Betriebsart „Handbetrieb EIN“ wählen (→ Anleitung des Reglers).

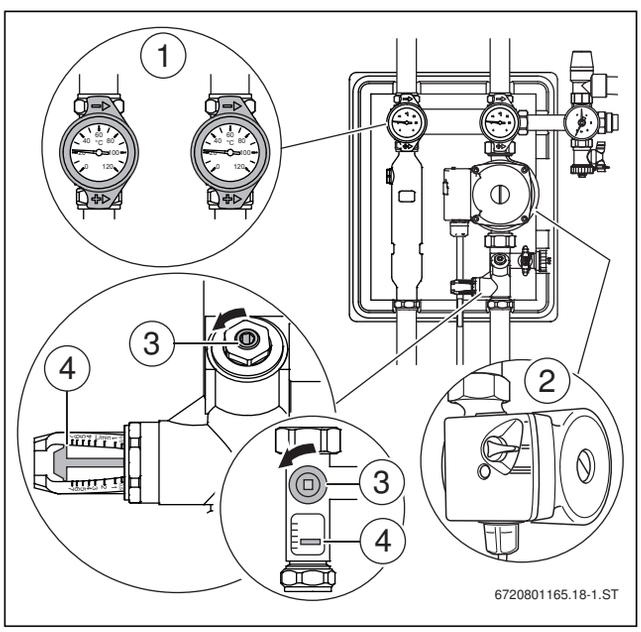


Bild 191 Volumenstrom einstellen

[1] Schwerkraftbremsen funktionsbereit
[2] Pumpenschalter an Solarpumpe
[3] Einstellschraube am Durchflussbegrenzer, je nach Bauart
[4] Ablesekante für den Volumenstrom, je nach Bauart

- ▶ Erforderlichen Volumenstrom Tabelle 89 entnehmen.

Die Angaben in Tabelle 89 gelten für einreihige oder parallel geschaltete mehrreihige Kollektorfelder. In Reihe verschaltete Kollektorfelder müssen über den zu bestimmenden Gesamtvolumenstrom eingestellt werden.

- ▶ Im Sichtfenster des Durchflussbegrenzers der Volumenstrom kontrollieren (→ Bild 191, [3]).
- ▶ Zur Voreinstellung des Volumenstroms: Stufenschalter der Solarpumpe (→ Bild 191, [4]) so einstellen, dass der erforderliche Volumenstrom mit möglichst niedriger Stufenwahl erreicht wird. Bei Pumpen, die über die Regelung drehzahlgeregelt werden, darf der Stufenschalter nicht unter 2 eingestellt werden.
- ▶ Nach der Stufenvorwahl an der Pumpe wird der Volumenstrom über den Durchflussbegrenzer auf den Wert aus der Tabelle 89 oder 90 eingestellt.

Wenn der vorgegebene Volumenstrom bei höchster Drehzahlstufe der Pumpe nicht erreicht wird:

- ▶ Zulässige Rohrleitungslänge und Dimensionierung prüfen (Kapitel 7.7.2, Seite 141).
- ▶ Bei Bedarf eine stärkere Pumpe einsetzen.

Kollektoranzahl (Volumenstrom in [l/h]	Volumenstrom in [l/min]	Kollektoranzahl (Volumenstrom in [l/min])	Volumenstrom in [l/min]
1 (50)	1	**11 (550)**	8...11
2 (100)	1,5...2	**12 (600)**	10...12
3 (150)	2,5...3	**13 (650)**	10,5...13
4 (200)	3...4	**14 (700)**	11,5...14
5 (250)	4...5	**15 (750)**	12,5...15
6 (300)	5...6	**16 (800)**	13...16
7 (350)	5,5...7	**17 (850)**	14...17
8 (400)	7...8	**18 (900)**	15...18
9 (450)	7,5...9	**19 (950)**	15,5...19
10 (500)	8...10	**20 (1000)**	16,5...20

Tab. 89 Übersicht Volumenstrom für Flachkollektoren FCC, FKT und FKC bei 30...40 °C im Rücklauf

Kollektoranzahl	Volumenstrom in [l/min]		
	VK 140-1	VK 280-1	VK 230-1
1	–	2,0	–
2	2,0	4,0	2,0
3	3,0	5,5	3,0
4	4,0	–	3,5
5	4,5	–	–
6	5,5	–	–

Tab. 90 Übersicht Volumenstrom für VK 140-1, VK 280-1 und VK 230-1 bei Vorlauftemperatur 20 °C

8.3 Hinweise zu den verschiedenen Montagesystemen für Flachkollektoren

8.3.1 Einsatzmöglichkeiten der Montagesysteme mit zulässigen Wind- und Regelschneelasten gemäß DIN EN 1991

In der folgenden Tabelle sind zulässige Wind- und Regelschneelasten für die verschiedenen Montagevarianten aufgeführt. Im Zuge der Planung sind die aufgeführten Hinweise unbedingt zu berücksichtigen, um einen sachgemäßen Einbau zu gewährleisten und Schäden am Kollektorfeld zu vermeiden.

Abhängig vom Aufbau des Kollektorfeldes und der hydraulischen Verschaltung werden verschiedene Anschlusszubehöre und Montagesysteme benötigt.

Eine Auswahltabelle der vom Kollektortyp abhängigen Montagesysteme und Zubehör können aus der Auswahltabelle in der Preisliste Junkers entnommen werden.

	Aufdachmontage senkrecht/ waagerecht	**Überdach-Aufständerung senkrecht/ waagerecht**	**Indachmontage senkrecht/ waagerecht**	**Flachdach-montage senkrecht/ waagerecht**	**Fassaden-montage 45°...60° waagerecht**
Dacheindeckung/ Wand	Pfannen, Ziegel, Biberschwanz, Schiefer, Schindeln, Well-platten, Blech, Bitumen	Pfannen[1)], Ziegel[1)], Biberschwanz[1)], Schiefer, Schindeln, Well-platten, Blech, Bitumen	Pfannen, Ziegel, Biberschwanz, Schiefer, Schindeln	–	Tragfähig
Zulässige Dachneigung	25°...65° (5°...65° mit Stockschrauben bei Wellplatten- und Blech-dächern)	0°...36°	25°...65°	0° (Bei leicht geneig-ten Dächern bis 25° Sicherung gegen Abrutschen oder bauseitige Befestigung)	–
Zulässige Windlasten: Windgeschwindig-keiten bis 129 km/h[2)]	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör [3)]	Ohne Zubehör
Zulässige Windlasten: Windgeschwindig-keiten bis 151 km/h[4)]	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Nicht zulässig
Regelschneelasten nach DIN EN 1991-1-3 0...2 kN/m²	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör	Ohne Zubehör
Regelschneelasten nach DIN EN 1991-1-3 > 2 kN/m²	Nur FKC/FKT-2S (senkrecht) mit zusätzlichem Zubehör bis 3,1 kN/m²	FKC/FKT-2S/W mit Zubehör bis 3,1 kN/m²	Ohne Zubehör bis 3,8 kN/m²	FKC/FKT-2S und FKT-2W bei 30 °C mit zusätzlichem Zubehör, sonst FKC/FKT-2W ohne Zubehör bis 3,8 kN/m²	Nicht zulässig

Tab. 91 Zulässige Wind- und Regelschneelasten gemäß DIN EN 1991-1-3 und -4

1) Die Dachanbindung erfolgt mit Stockschrauben, d. h. es müssen die Montage-Sets für Wellplatten/Blechdach verwendet werden.

2) Entspricht einem Staudruck von 0,8 kN/m²

3) Sicherung Flachdachständer beachten!

4) Entspricht einem Staudruck bis 1,1 kN/m²

Schneelasten

Die Schneelasten werden für regionale Zonen (Schneelastzonen) mit unterschiedlichen Intensitäten der Schneelast ermittelt (→ Bild 192). In den Zonen 1 bis 3 wird zusätzlich die Geländehöhe gemäß Diagramm in Bild 193 berücksichtigt. Die Werte in den Zonen 1a und 2a ergeben sich jeweils durch Erhöhung der Werte aus den Zonen 1 und 2 um 25 %.

Für bestimmte Lagen der Schneelastzone 3 und für Orte, die höher als 1500 m über Normalhöhennull (NHN) liegen, sind höhere Schneelasten anzusetzen. Informationen sind von den zuständigen örtlichen Stellen einzuholen.

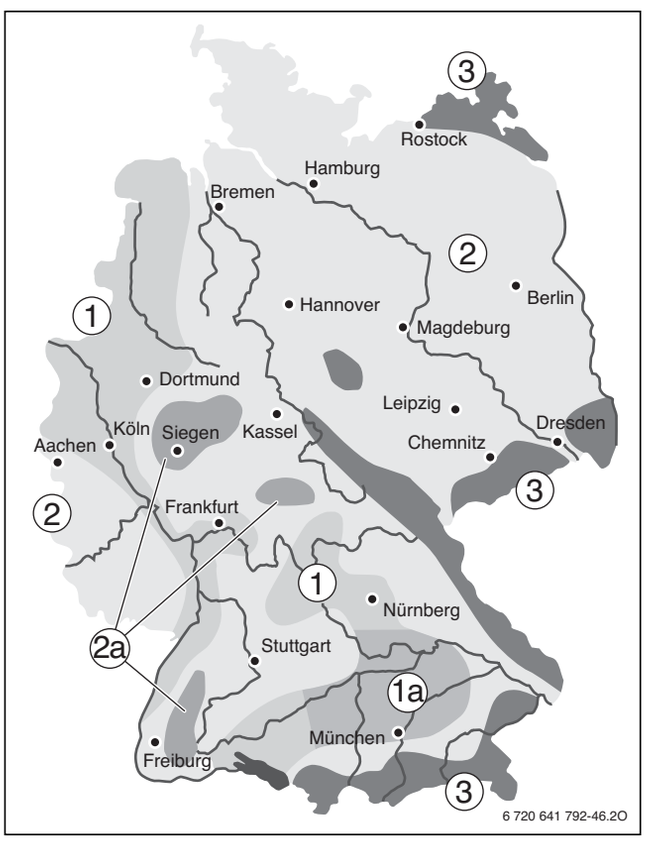


Bild 192 Schneelastzonenkarte nach DIN EN 1991-1-3\NA

[1] Zone 1
[1a] Zone 1a
[2] Zone 2
[2a] Zone 2a
[3] Zone 3

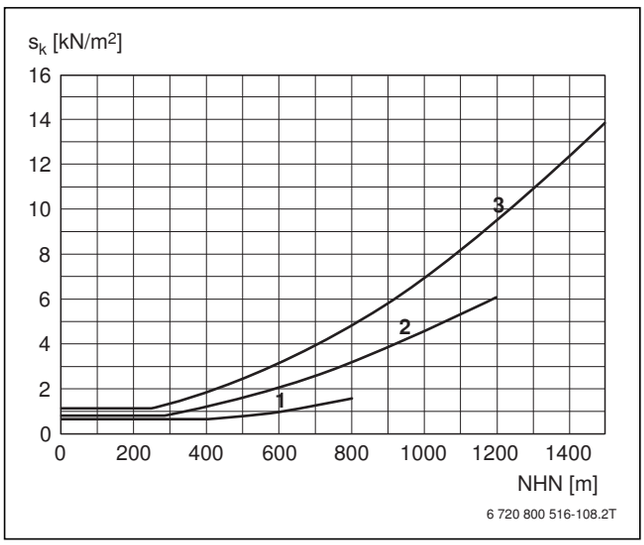


Bild 193 Schneelast nach DIN EN 1991-1-3

NHN Meter über Normalhöhennull
s_k Schneelast
1 Zone 1 (Mindestwert: 0,65 kN/m² bis 400 m ü. NHN)
2 Zone 2 (Mindestwert: 0,85 kN/m² bis 285 m ü. NHN)
3 Zone 3 (Mindestwert: 1,10 kN/m² bis 255 m ü. NHN)

8.3.2 Aufdachmontage für Flachkollektoren

Um Schäden am Gebäude zu vermeiden, empfehlen wir, einen Dachdecker bei der Planung und Montage hinzuzuziehen.

Überdachmontage-Set

Die Kollektoren werden mit dem Überdachmontage-Set im gleichen Neigungswinkel wie das Steildach befestigt. Die Dachhaut behält ihre Dichtfunktion.

Das Überdachmontage-Set für Flachkollektoren FCC, FKC und FKT besteht aus einem Grundbausatz für den ersten Kollektor einer Kollektorreihe und einem Erweiterungsbausatz für jeden weiteren Kollektor in derselben Kollektorreihe (→ Bild 194). Der Erweiterungsbausatz für Aufdachmontage ist nur in Verbindung mit einem Grundbausatz verwendbar. Der Erweiterungsbausatz enthält anstelle der einseitigen Kollektorspanner (→ Bild 194, [4]) doppelseitige Kollektorspanner (→ Bild 194, [2]) für die Festlegung des richtigen Abstands und die Fixierung von je 2 nebeneinanderliegenden Flachkollektoren FCC, FKC und FKT. Zur Überprüfung der richtigen Kollektorverbindung ist eine Anzeige im Doppleverbinder integriert (→ Bild 195, Seite 163).

Die Kollektorspanner vom Flachkollektor FCC unterscheidet sich vom FKC, FKT, ist jedoch in der prinzipiellen Funktion gleich. Die Profilschienen der Montagesets für die Kollektoren FCC, FKC und FKT unterscheiden sich nur in der Länge.

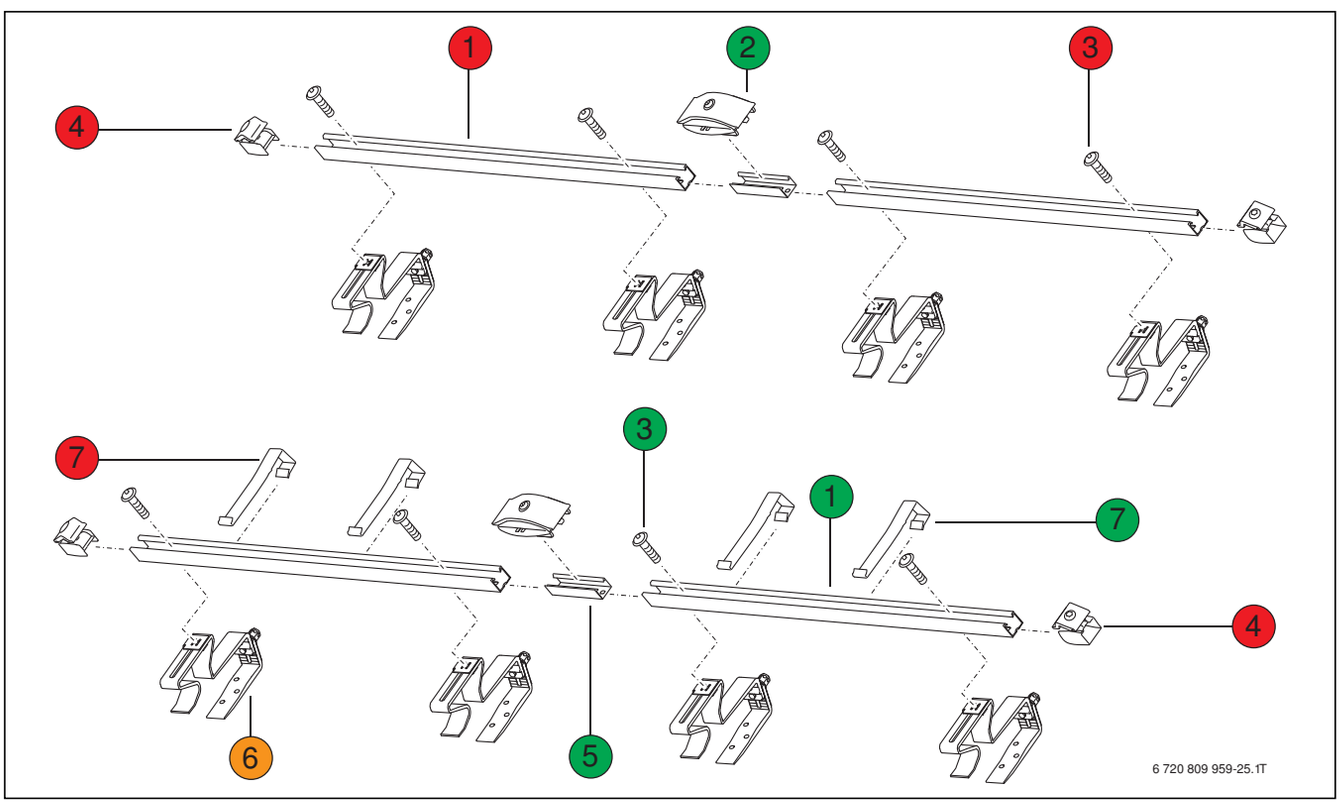


Bild 194 Montage-Set für 2 Kollektoren: 1 Montage-Set Grundausführung, 1 Montage-Set Erweiterung und 2 Montage-Sets für Dachziegel

Montage-Set Grundausführung, je Kollektorreihe und für den ersten Kollektor[1]:

Pos. 1	Profilschiene	2 x
Pos. 4	Einseitiger Kollektorspanner	4 x
Pos. 7	Abrutschsicherung	2 x
Pos. 3	Schraube M 8	4 x

Tab. 92 Montage-Set Grundausführung

Montage-Set Erweiterung, je weiteren Kollektor[2]:

Pos. 1	Profilschiene	2 x
Pos. 2	Doppelseitiger Kollektorspanner	2 x
Pos. 7	Abrutschsicherung	2 x
Pos. 5	Steckverbinder	2 x
Pos. 3	Schraube M 8	4 x

Tab. 93 Montage-Set Erweiterung

Montage-Set für Dachziegel[3][4], je Kollektor:

Pos. 6	Dachhaken einstellbar	4 x

Tab. 94 Montage-Set für Dachziegel

1) In Bild 194 rot hervorgehoben

2) In Bild 190 grün hervorgehoben

3) Montage-Sets für andere Dächer sind im Kapitel 6 beschrieben.

4) In Bild 190 orange hervorgehoben

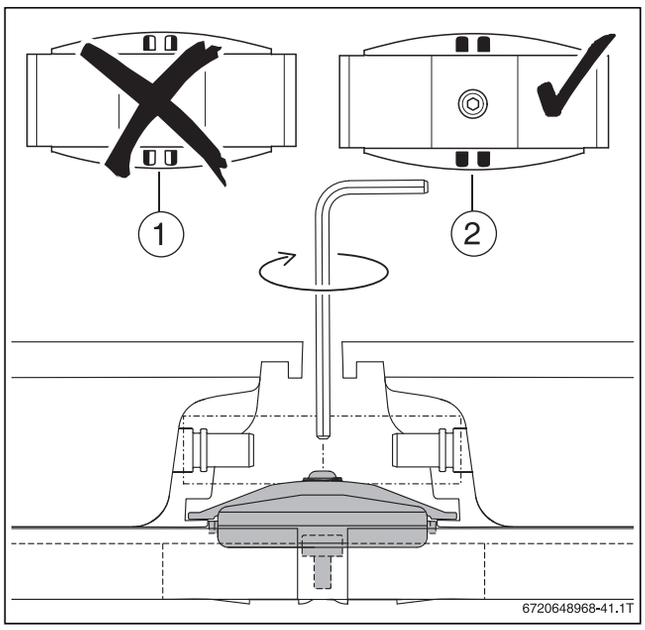


Bild 195 Doppelseitiger Kollektorspanner montiert

[1] Kollektoren nicht ausreichend an Kollektorspanner geschoben
[2] Kollektoren korrekt montiert; Schraube kann festgedreht werden

Dachanbindungen für verschiedene Dacheindeckungen

Um die Montagesets auf dem Dach zu befestigen, werden für verschiedene Dacheindeckungen passende Dachanbindungen angeboten.

Folgende Dachanbindungen stehen zur Verfügung:

- Pfannen-, Ziegel-, Biberschwanz-Eindeckung (→ Bild 196)
- Schiefer-, Schindel-Eindeckung (→ Bild 197)
- Wellplatten-Eindeckung (→ Bild 198, Seite 164)
- Blechdach-Eindeckung (→ Bild 209, Seite 168)

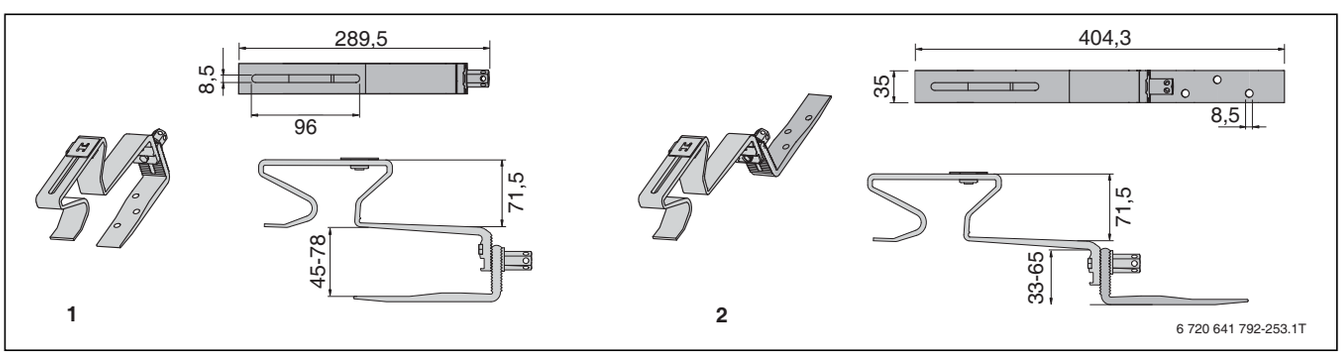


Bild 196 Dachanbindung Pfannen-, Ziegel-, Biberschwanz-Eindeckung FKA 3-2

[1] Dachhaken
[2] Sparrenanker

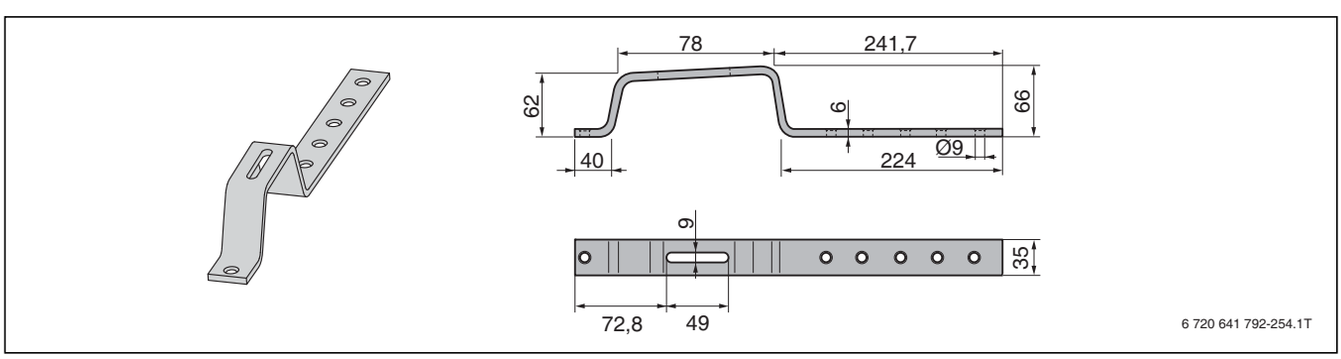


Bild 197 Sonderdachhaken für die Dachanbindung Schiefer, Schindel-Eindeckung FKA 9-2

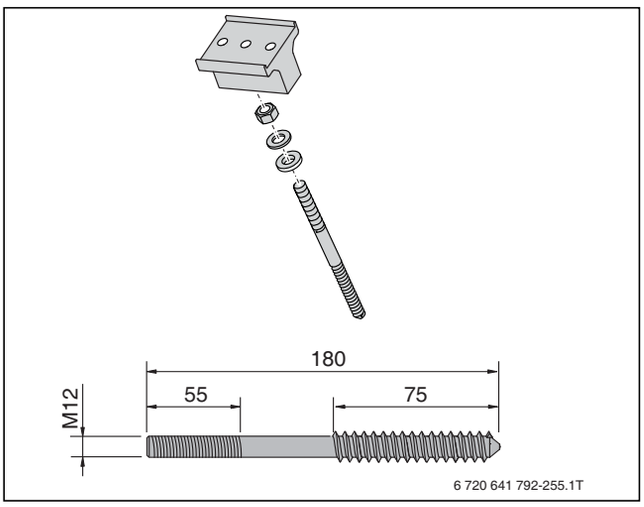


Bild 198 Stockschraube für die Dachanbindung Wellplatten, Bleckdach-Eindeckung FKA 4-2

Dachanbindung bei Pfannen- und Ziegeldächern

Bild 199, Seite 164 zeigt exemplarisch die Überdachmontage-Sets für Pfannen- und Ziegel-Eindeckung. Die Dachhaken sind über die vorhandenen Dachlatten eingehängt und mit den Profilschienen verschraubt.

Alternativ zum Einhängen kann der Dachhaken auch auf einen Sparren oder eine Hartlage geschraubt werden. Hierzu wird das Unterteil des Dachhakens gedreht. Ist ein zusätzlicher Höhenausgleich erforderlich, kann der Dachhaken am Unterteil unterfüttert werden.

Bei der Planung einer Aufdachmontage auf einer Pfannen- und Ziegel-Eindeckung ist zu prüfen, ob die Dachkonstruktionsmaße für eine Montage mit dem Dachhacken nach Bild 199, Seite 164, Detail A, geeignet sind.

Die mitgelieferten Dachhaken sind verwendbar, wenn sie

- In das Wellental der Dachpfanne passen **und**
- Über die Dachpfanne (den Ziegel) plus Dachlatte reichen.

Die maximale Überdeckung der Ziegel sollte 120 mm nicht überschreiten. Gegebenenfalls ist ein Dachdecker in die Planung einzubeziehen.

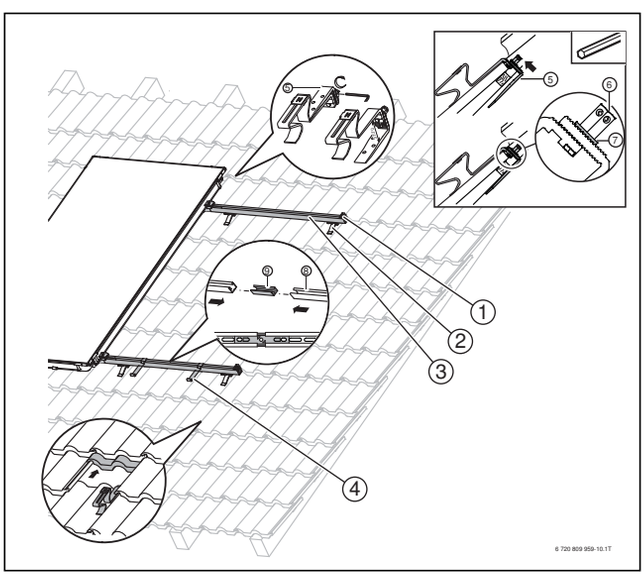


Bild 199 Grundbausatz für Aufdachmontage für jeweils einen Flachkollektor

[1] Einseitiger Kollektorspanner (nur im Grundbausatz)
[2] Dachhaken
[3] Profilschiene
[4] Abrutschsicherung
[5] Dachhaken-Unterteil
[6] Mutter
[7] Verzahnte Unterlegscheibe
[8] Profilschiene
[9] Steckverbinder

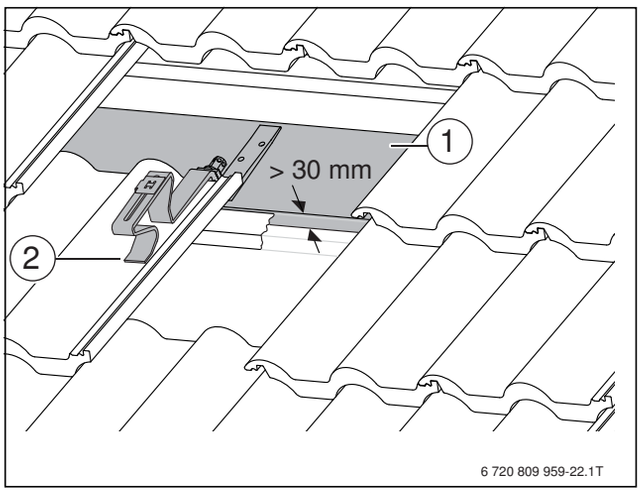


Bild 200 Sparrenanker auf Brett/Bohle befestigt

[1] Ausreichend tragfähige Bretter/Bohlen
[2] Abstützung des Dachhakens im Ziegel-Wellental

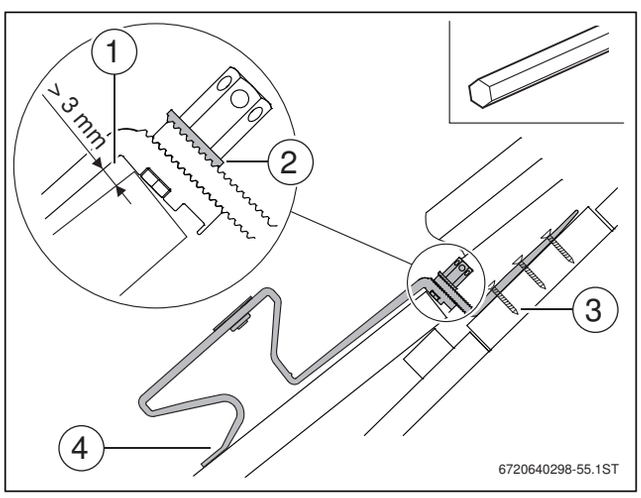


Bild 201 Dachhaken als Sparrenanker montieren

[1] Mindestabstand Dachhaken zu Dachziegel-oberkante
[2] Verzahnte Unterlegscheibe
[3] Befestigungsschrauben
[4] Dachhaken

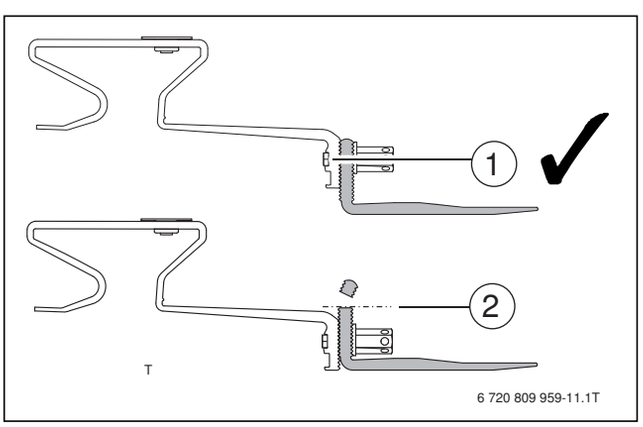


Bild 202 Dachhaken

[1] Oberes Loch verwenden
[2] Abtrennen, wenn erforderlich

Dachanbindung Biberschwanz

Die Bilder 203 und 203 zeigen die Befestigung des Dachhakens auf einer Biberschwanz-Eindeckung. Das Zuschneiden und Befestigen der Biberschwänze ist bauseitig vorzunehmen.

Die waagerechten Profilschienen sind wie bei der Pfannen- oder Ziegel-Eindeckung (→ Bild 199, Seite 164) mit dem Dachhaken zu verschrauben.

Gegebenenfalls ist für die Aufdachmontage bei Biberschwanz-Eindeckung ein Dachdecker einzubeziehen.

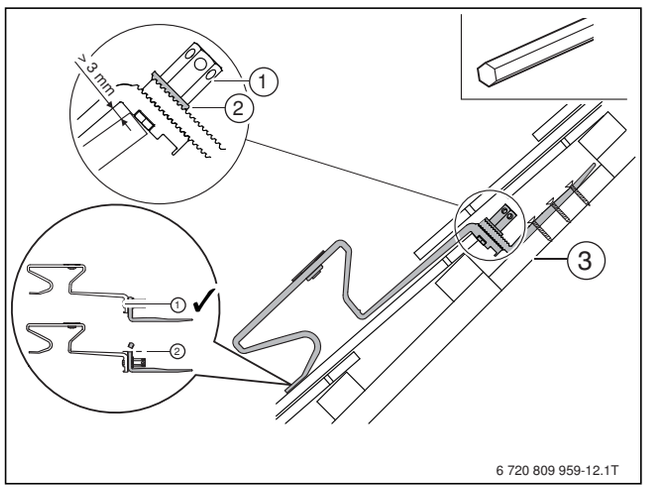


Bild 203 Dachhaken auf Biberschwanz-Eindeckung montiert

[1] Verzahnte Unterlegscheibe
[2] Mutter
[3] Bretter/Bohlen

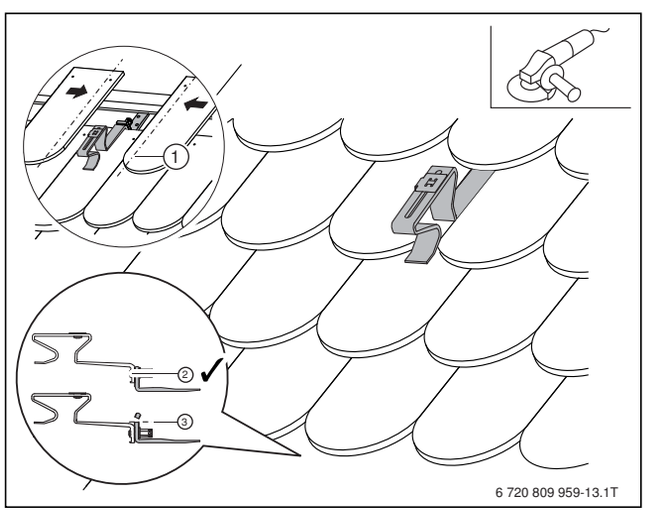


Bild 204 Dachhaken auf Biberschwanz-Eindeckung montiert

[1] Anliegende Biberschwanzziegel zuschneiden (gestrichelte Linie)
[2] Abtrennen, wenn erforderlich
[3] Abtrennen, wenn erforderlich

Dachanbindung Schiefer- oder Schindelplatten

Die Montage der Dachhaken bei Schiefer- oder Schindel-Eindeckung muss ein Dachdecker durchführen.

Bild 205 zeigt eine wasserdichte Montage mittels eines bauseitigen Blechs [3], dass unter dem Sonderdachhaken montiert wird. Der Sonderdachhaken wird vorne mit den Dichtungen [2] und der Schraube [1] montiert und muss hinten ausreichend auf dem Dachuntergrund befestigt werden.

Die waagerechten Profilschienen sind wie bei der Pfannen- oder Ziegel-Eindeckung (→ Bild 199, Seite 164) mit den Dachhaken zu verschrauben.

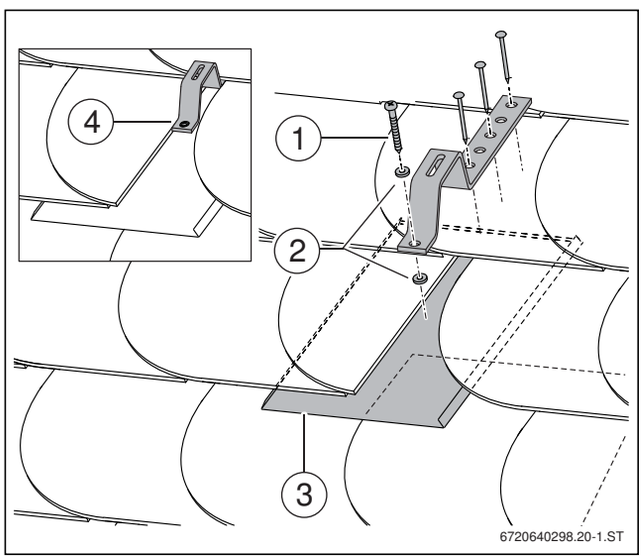


Bild 205 Beispielhafte Abdichtung

[1] Schraube (bauseits)
[2] Dichtungen (bauseits)
[3] Blech (bauseits)
[4] montierter Sonderdachhaken

Dachanbindung bei Dächern mit Aufsparrendämmung

Bild 206 zeigt die Dachanbindung auf einem Dach mit Aufsparrendämmung mit dem Dachhaken für Schiefer- oder Schindelplatten. Bauseitig ist hierfür vom Dachdecker eine Holzbohle mit einem Mindestquerschnitt von 28 mm × 200 mm mit dem Sparren zu verschrauben. Über diese Holzbohle müssen die von den Dachhaken eingeleiteten Kräfte auf die tragfähigen Sparren abgeleitet werden.

Bei einer angenommenen maximalen Schneelast von 2 kN/m^2 (ohne Zubehör) und 3,1 kN/m^2 (mit Zubehör) sind im Rahmen der erlaubten Dachneigung (→ Tabelle 91, Seite 160) folgende maximale Kräfte je Dachhaken einzuplanen:

- Waagerecht zum Dach F_{sx} = 0,8 kN (bei Dachneigung 65°)
- Senkrecht zum Dach F_{sy} = 1,8 kN (bei Dachneigung 25°)

Die waagerechten Profilschienen sind wie bei der Pfannen- oder Ziegel-Eindeckung (→ Bild 199, Seite 164)) mit den Dachhaken zu verschrauben.

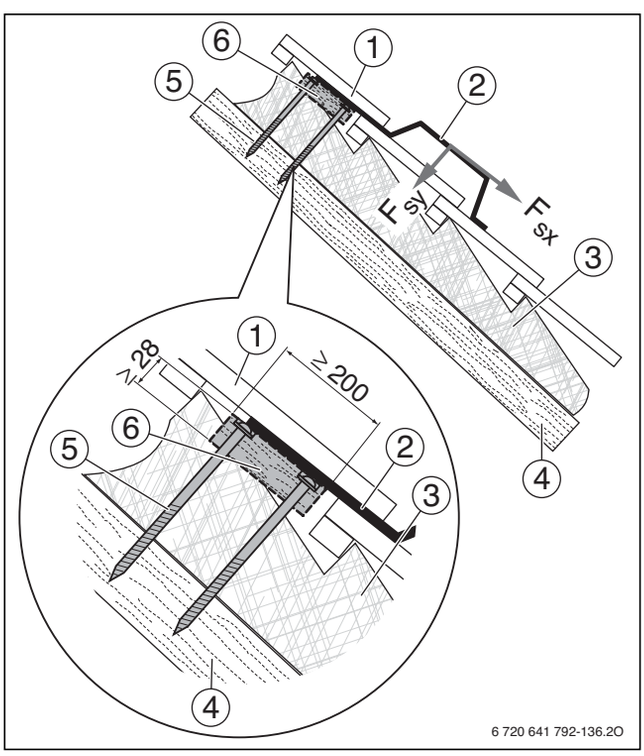


Bild 206 Bauseitige Anbringung von zusätzlichen Holzbohlen auf einer Aufsparrendämmung, auf denen die Dachhaken zur Befestigung eines Überdachmontage-Sets verschraubt werden (Maße in mm)

F_{sx} Belastung pro Dachhaken senkrecht zum Dach
F_{sy} Belastung pro Dachhaken waagerecht (parallel) zum Dach

[1] Dachziegel
[2] Dachhaken (in den Bausätzen für Schiefer/Schindel enthalten)
[3] Aufsparrendämmung
[4] Sparren
[5] Bauseitige Schraubverbindung
[6] Holzbohle (mindestens 28 mm × 200 mm)

Dachanbindung bei Wellplatten-Dächern

Die Aufdachmontage auf einer Wellplatten-Eindeckung ist nur zulässig, wenn die Stockschrauben mindestens 40 mm tief in eine ausreichend tragfähige Holzkonstruktion eingeschraubt werden können (→ Bild 207).

Die Dachanbindung Wellplatten enthält Stockschrauben inklusive Halteböcken und Dichtscheiben, die anstelle der Dachhaken des Überdachmontage-Sets zu verwenden sind.

Bild 207 zeigt, wie die Profilschienen auf den Halteböcken der Stockschrauben zu befestigen sind.

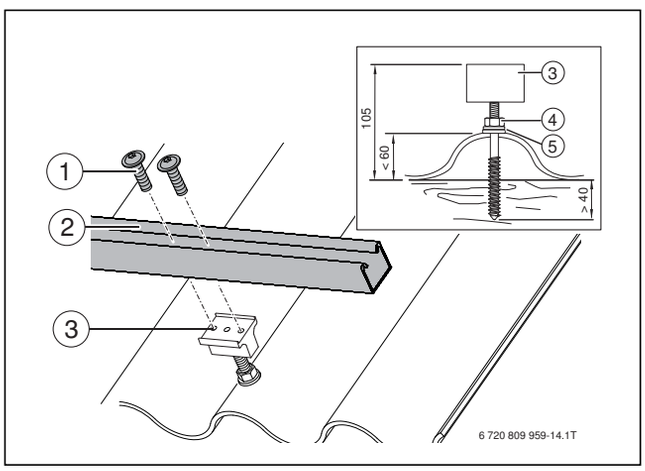


Bild 207 Profilschiene auf Halteböcken befestigen

[1] Innensechskantschrauben M8 × 16
[2] Profilschiene
[3] Haltebock
[4] Mutter
[5] Dichtscheibe

Dachanbindung bei Dächern mit Blecheindeckung

Für Blecheindeckungen stehen die folgenden 2 Möglichkeiten zur Verfügung:

- Befestigung analog der Wellplatten-Bedachung (FKA4)
- Befestigung mittels Trägerplatten für Blechbedachung

Dachanbindung mittels Stockschrauben FKA4

Die Montage der Stockschrauben oder der Hülsen muss von einem Dachdecker durchgeführt werden.

Bauseits sind Hülsen aufzulöten, damit die Dachdichtheit gewährleistet wird. Die Montage der Stockschrauben mit Dichtungen erfolgt analog der Montage bei der Wellplatten-Eindeckung.

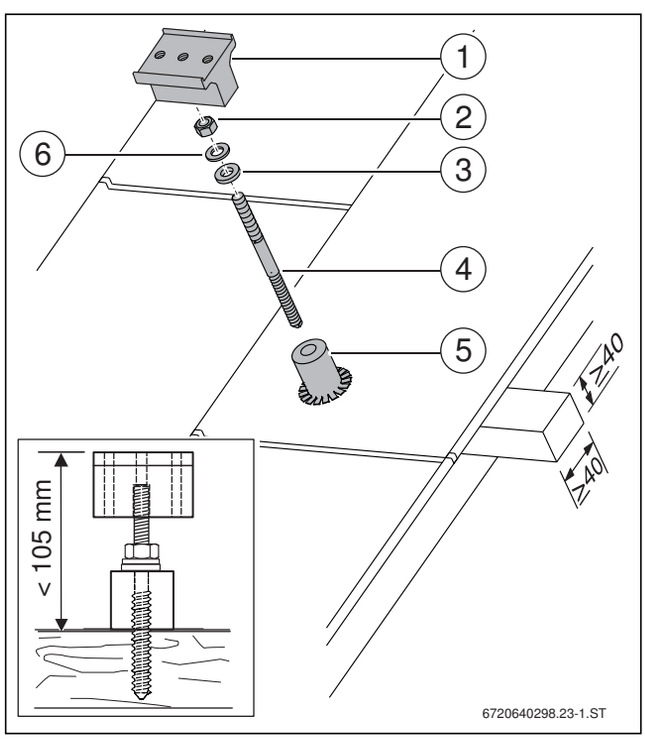


Bild 208 Dachanbindung mit Stockschrauben

[1] Haltebock
[2] Mutter M12
[3] Dichtscheibe
[4] Stockschraube M12
[5] Hülse (bauseits)
[6] Unterlegscheibe

Dachanbindung mittels Trägerplatte FKA 24

Bild 209, Seite 168 zeigt die Dachanbindung auf einem Blechdach mit einer Trägerplatte. Zunächst wird die Trägerplatte [1] auf der Dachkonstruktion befestigt. Hierzu ist die Dachhaut zu öffnen. Wir empfehlen, einen Klempner oder Dachdecker hinzuzuziehen. Zur wasserseitigen Abdichtung wird die Dichtung [2] mit der Abdeckplatte [3] auf der Trägerplatte montiert. Darauf wird der Solaranlagenhalter [4] befestigt. Es ist darauf zu achten, dass die Statik an den Befestigungsstellen für die Lasten der Solaranlage ausreichend ist.

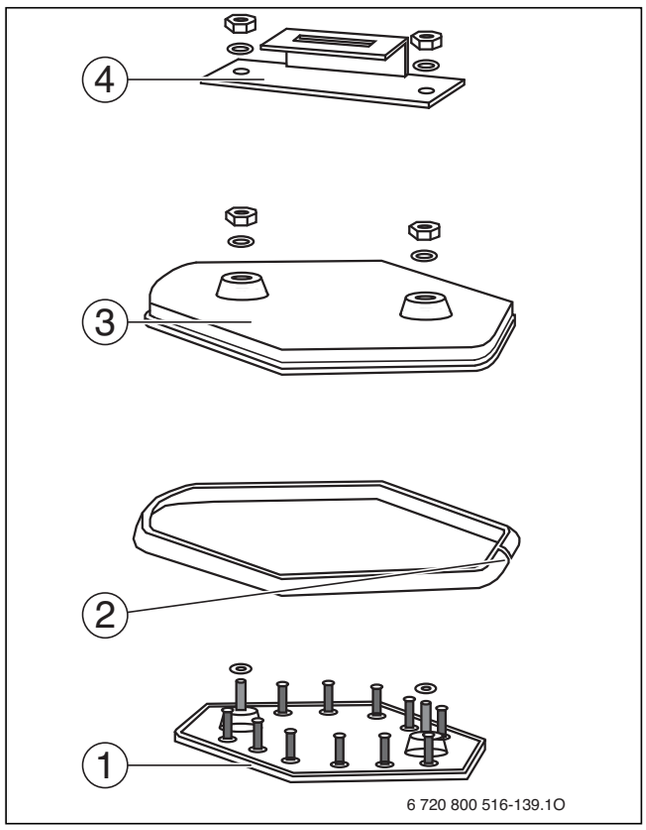


Bild 209 Dachanbindung Blechdach

[1] Trägerplatte
[2] Dichtung (unten)
[3] Abdeckplatte
[4] Solaranlagenhalter

Schneelastprofil/Zusatzschiene

Das Montage-Set für FCC, FKC und FKT ist geeignet für folgende maximale Lasten (in Anlehnung an DIN EN 1991-1-3).

Maximale Schneelast	Maximale Windgeschwindigkeit	Zusätzlich erforderliches Zubehör [1)]
Kollektortyp senkrecht:		
2,0 kN/m²	151 km/h[2)]	–
3,1 kN/m²	151 km/h[2)]	2 x Dachanbindung 2 x Schneelastprofil 1 x Profilschiene[3) 4)]
Kollektortyp waagerecht:		
2,0 kN/m²	151 km/h[2)]	–

Tab. 95 Schneelastprofil

1) Je Kollektor
2) Entspricht einem Staudruck von 1,1 kN/m²
3) Inklusive Kollektorspanner
4) Gilt nicht für FCC

Bei der Aufdachmontage von senkrechten Flachkollektoren in Regionen mit erhöhten Schneelasten (über 2 kN/m² bis 3,1 kN/m²) müssen zusätzlich ein Schneelastprofil und eine Zusatzschiene montiert werden (Zubehör). Diese sorgen für eine bessere Verteilung der erhöhten Lasten auf dem Dach.

Bild 210 zeigt die Montage von Schneelastprofil und Zusatzschiene am Beispiel einer Pfannen-Eindeckung. Beide Zubehöre können auch auf Montagesysteme für andere Dacheindeckungen montiert werden.

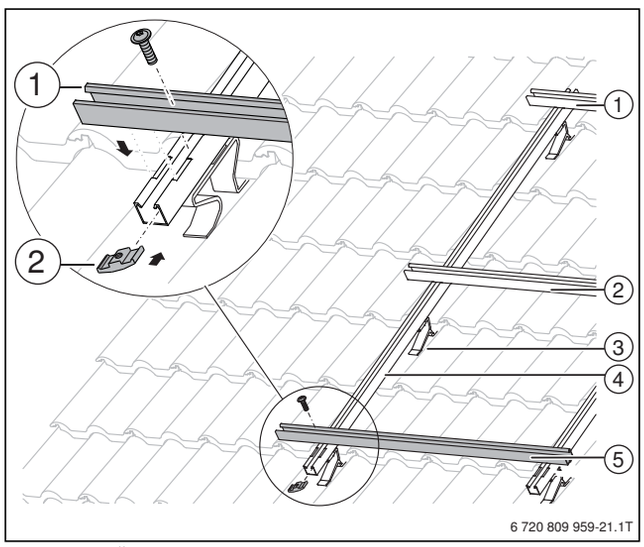


Bild 210 Überdachmontage-Set mit Schneelastprofil und Zusatzschiene

[1] Profilschienen aus Überdachmontage-Set
[2] Zusatzschiene (inklusive Kollektorspanner)
[3] Zusätzliche Dachanbindung (Lieferumfang Schneelastprofil)
[4] Senkrechte Profilschienen (Lieferumfang Schneelastprofil), 2-mal je Kollektor

Abstände zwischen Profilschienen

Kollektor-Typ	Maß W in [mm]		
FKT-2			
Senkrecht	1515...1880	1610...1800	1610...1800
Waagerecht	590...900	685...805	685...805
FKC-2			
Senkrecht	1360...1745	1455...1645	1455...1645
Waagerecht	590...900	685...805	685...805
FCC-2			
Senkrecht	1320...1710	1415...1630	1415...1630

Tab. 96 Abstände zwischen oberer und unterer Profilschiene/Unterkante Kollektor

Kollektor-Typ	Maße in [mm]			
	A	B	C	D
FKT-2				
Senkrecht	~1200	175...592	608...1028	~1200
Waagerecht	~2195	175...592	1603...2023	~2195
FKC-2				
Senkrecht	~1200	175...590	615...1025	~1200
Waagerecht	~2030	–	1520...1950	~2030
FCC-2				
Senkrecht	~1100	200...610	490...900	~1100

Tab. 97 Abstände Profilschienen

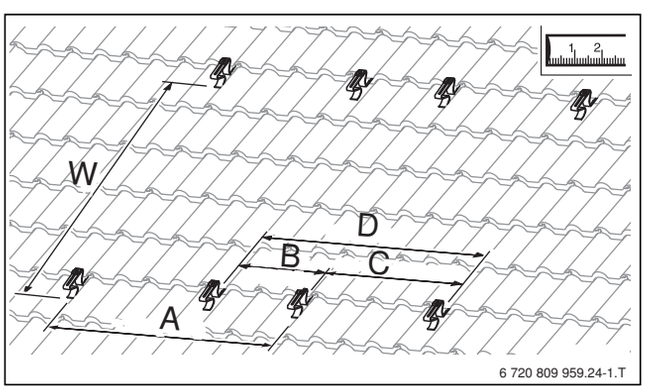


Bild 211 Dachhaken für 2 Kollektoren (Maße in Klammern beziehen sich auf waagerechte Kollektoren; Maße in mm)

Hydraulischer Anschluss

Für den hydraulischen Anschluss der Kollektoren bei der Aufdachmontage werden die Anschluss-Sets Überdach verwendet (→ Bild 212 und Bild 213).

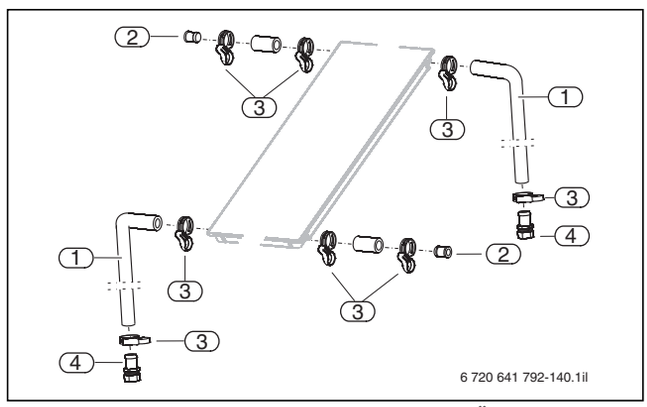


Bild 212 Anschluss-Set FCC-2 und FKC-2 Überdach

[1] Anschlussleitung 1000 mm
[2] Stopfen
[3] Federbandschellen
[4] Schlauchtülle mit Anschluss R ¾ oder Klemmring 18 mm

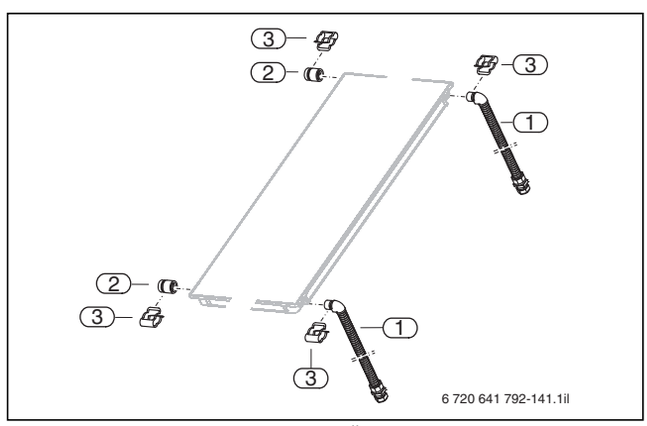


Bild 213 Anschluss-Set FKT-2 Überdach/Indach

[1] Anschlussleitung 1000 mm mit anlagenseitigem Anschluss R ¾ oder Klemmring 18 mm, isoliert
[2] Stopfen
[3] Klammer

Für den Vor- und Rücklauf sind Dachdurchführungen erforderlich, da sich die Kollektoranschlüsse oberhalb der Dachebene befinden. Als Dachdurchführung für die Vor- und Rücklaufrohre ist ein Lüfterziegel (entsprechend Bild 214) verwendbar. Das Vorlaufrohr wird mit Steigung über den oberen Lüfterziegel durch die Dachhaut geführt. Durch diesen Lüfterziegel führt auch das Kabel vom Kollektortemperaturfühler. Das Rücklaufrohr sollte mit Gefälle zur AGS-Station verlegt werden. Dafür ist ein Lüfterziegel verwendbar, wenn das Rücklaufrohr unterhalb oder auf gleicher Höhe wie der Rücklaufanschluss des Kollektorfeldes durch das Dach führt (→ Bild 214). Trotz des Richtungswechsels im Ziegel ist normalerweise kein zusätzlicher automatischer Entlüfter erforderlich.

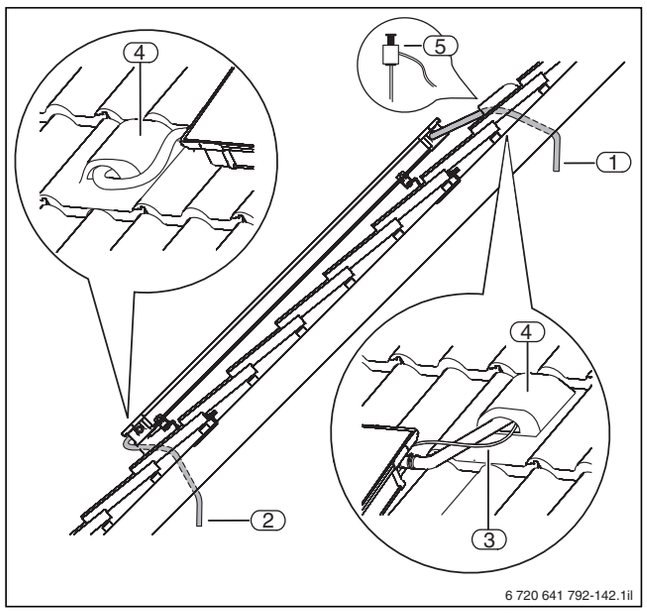


Bild 214 Anschlussleitungen unter das Dach führen

[1] Vorlaufrohr
[2] Rücklaufrohr
[3] Fühlerkabel
[4] Lüfterziegel
[5] Automatischer Entlüfter

Wenn die Anlage nicht mit einer Fülleinrichtung und einem Luftabscheider in der Solarstation befüllt und entlüftet wird, muss ein automatischer Entlüfter am obersten Punkt der Solaranlagen installiert werden (→ Kapitel 8.2, Seite 157).

Wenn der Lüftungsziegel für den Solarvorlauf über den Kollektoranschluss verlegt ist, wird der automatische Entlüfter im Dachbereich montiert. Wenn der Entlüfter unter den Kollektoranschluss montiert wird, ist der Entlüfter direkt am Kollektor-Vorlauf zu montieren.

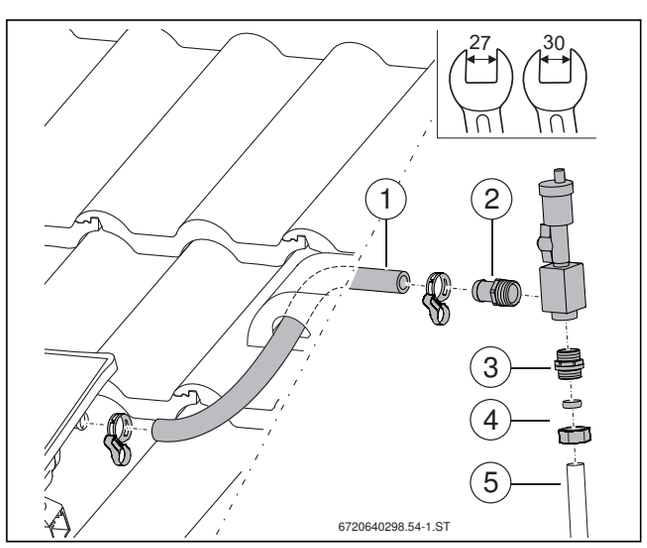


Bild 215 Montage Entlüfter

[1] Solarschlauch
[2] Schlauchtülle
[3] Doppelnippel
[4] Klemmring und Überwurfmutter dem Anschluss-Set entnehmen
[5] Rohrleitung

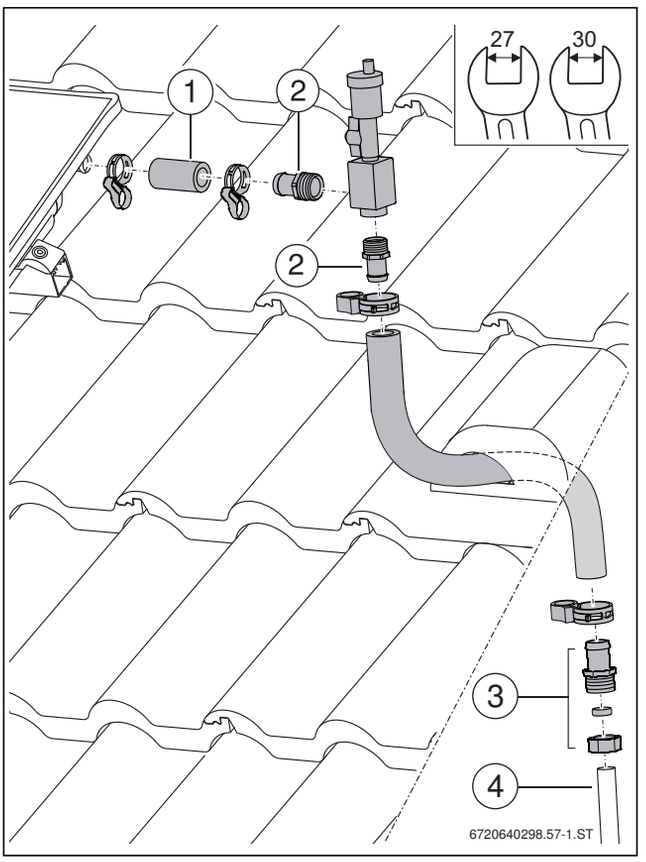


Bild 216 Montage Entlüfter

[1] Solarschlauch 55 mm
[2] Schlauchtülle
[3] Schlauchtülle
[4] Schlauchtülle mit Klemmringverschraubung 18 mm
[5] Rohrleitung

Statische Anforderungen

Das Überdachmontage-Set ist ausschließlich auf die sichere Befestigung von Solarkollektoren abgestimmt. Das Befestigen anderer Dachaufbauten wie z. B. Antennen am Überdachmontage-Set ist nicht zulässig.

Das Dach und die Unterkonstruktion müssen ausreichend tragfähig sein.

Pro Kollektor sind folgende Gewichte anzusetzen:

- FCC-2 = ca. 30 kg
- FKC-2 = ca. 41 kg
- FKT-2 = ca. 45 kg

Zusätzlich sind die für die Region spezifischen Lasten nach DIN EN 1991 zu beachten.

Einsatzgrenzen hinsichtlich der Wind- und Schneelasten sind in Tabelle 91 auf Seite 160 zusammengestellt.

8.3.3 Überdach-Aufständerung für Flachkollektoren

Die Montagesysteme für die Überdach-Aufständerung ermöglichen eine Korrektur des Neigungswinkels um 15°, 20° oder 35° auf flach geneigten Dächern bis maximal 36°. Eine Aufstellung quer zur Dachneigung ist nicht zulässig.

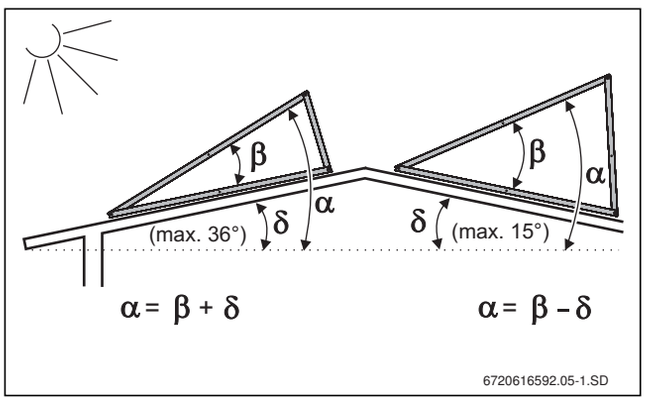


Bild 217 Anstellwinkel bei geneigten Dächern

Die Montagesysteme bestehen jeweils aus einem Grund- und Erweiterungsbausatz Aufdachmontage und Dreieckstützen für die Aufständerung. Zur Befestigung des Montagesatzes auf der Dachhaut wird die Dachanbindung FKA4-2, alternativ FKA-9-2 bei Schiefer/ Schindel, und der für den Kollektortyp vorgesehene Montagesatz benötigt. Bei geneigten Dächern ist die Dachanbindung abhängig von der Eindeckung und aus statischen Gründen nur mit Dachhaken für Schiefer- oder Schindelplatten oder Stockschrauben zulässig (→ Bild 205, Seite 166 und Bild 218).

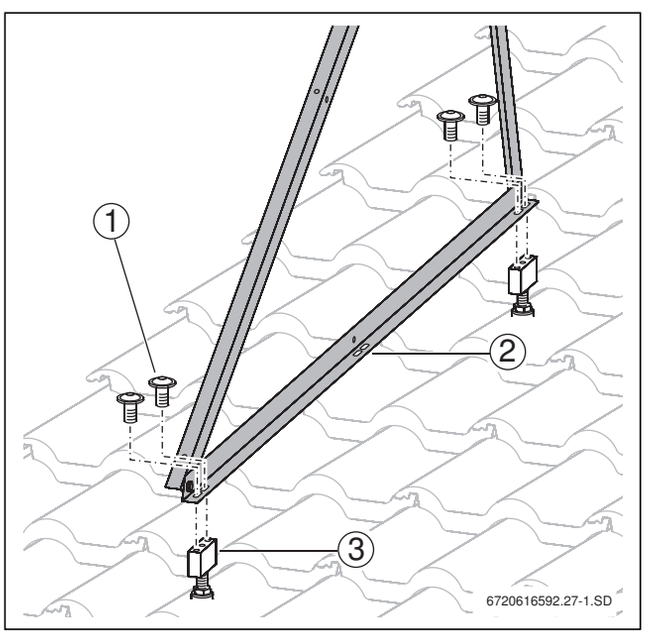


Bild 218 Aufständerung in Verbindung mit Stockschrauben

[1] Schraube M8 × 20
[2] Position zusätzliche Dachanbindung für höhere Lasten
[3] Montage-Set Stockschrauben

Für den Kollektortyp FCC-2 kann der Montagesatz Aufständerung auch als Flachdachständer verwendet werden. Die Befestigung auf dem Flachdach muss bauseits mit Beton-Steinen oder Doppel-T-Träger erfolgen. (→ Seite 172 ff.).

Die maximale Windgeschwindigkeit beträgt 151 km/h (entspricht einem Staudruck von 1,1 kN/m^2). Die maximale Schneelast beträgt 1,1 kN/m^2. Bei FKC-2 und FKT-2 in der Variante senkrecht und waagerecht kann durch weitere Zubehöre die maximale Schneelast bis auf 3,1 kN/m^2 erhöhte werden. Für FKT-2 und FKC-2 senkrecht und waagerecht müssen für die höhere Schneelast je Kollektor immer 2 Dreiecksstützen vorhanden sein. Zusätzlich ist für die jeweilige senkrechte Kollektorvarianten eine weitere Profilschiene je Kollektor sowie die Versteifung der Dreiecksstützen mit Schrauben notwendig.

8.3.4 Flachdachmontage für Flachkollektoren

Die Flachdachmontage ist zur Befestigung der Flachkollektoren FKT/FKC-2 auf ebenen Dächern vorgesehen. Sie eignet sich aber auch für Dächer mit geringer Neigung bis 25° (→ Bild 219). Hierbei sind die Flachdachständer bauseits zu befestigen. Eine Aufstellung schräg oder quer zur Dachneigung ist nicht zulässig.

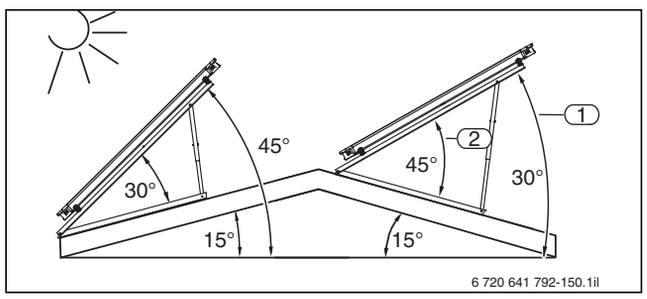


Bild 219 Beispiele für den tatsächlichen Neigungswinkel der Flachkollektoren bei Verwendung von Flachdachständern auf einem Flachdach mit geringer Neigung (< 25°)

[1] Anstellwinkel
[2] Neigungswinkel Kollektor

Die Flachdachmontage für die Flachkollektoren FKT/FKC-2 besteht aus einem Grundbausatz für den ersten Kollektor einer Kollektorreihe und einem Erweiterungsbausatz für jeden weiteren Kollektor in derselben Kollektorreihe (→ Bild 220). Das Zubehör für die Flachdachaufstellung ist bis zu einer maximalen Windlast von 159 km/h (entspricht einen Staudruck von 1,1 kN/m^2) zugelassen. Die maximale Schneelast beträgt 2 kN/m^2).

Höhere Schneelasten bis maximal 3,8 kN/m^2 sind bei den waagerechten Kollektorvarianten FKC/FKT-2W (gilt nicht bei FKT-2 30° Dachneigung) mit der Grundausführung zugelassen.

Bei FKT/FKC-2S und FKT-2W bei 30 ° ist eine höhere Schneelast bis 3,8 kN/m2 mit zusätzlichem Zubehör möglich:

- FKT-2W bei 30 °: Zusätzlicher Aufstellwinkel (3 je Kollektor)
- FKT-2S: Zusätzliche Profilschiene und ab dem zweiten Kollektor je Kollektor ein zusätzlicher Aufstellwinkel (2 je Kollektor)
- FKC-2S: Zusätzliche Profilschiene und ab dem zweiten Kollektor je Kollektor ein zusätzlicher Aufstellwinkel (2 je Kollektor)

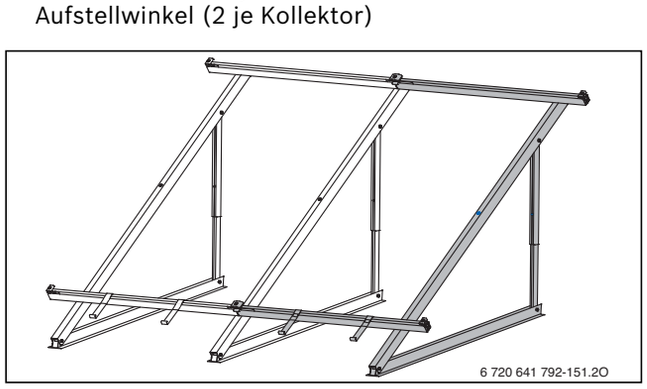


Bild 220 Flachdachständer-Grundbausatz und Erweiterungsbausatz (grau) für jeweils einen Flachkollektor FKT-2 und FKC-2

Der Neigungswinkel der Flachdachständer ist in 5°-Schritten von 30...65° einstellbar (bei FKC/FKT-2W bei 30 °C muss die Schiene 140 mm gekürzt werden).

Die Flachdachständer lassen sich durch Beschwerungswannen oder durch bauseitige Befestigung auf dem Dach sichern.

Bauseitige Befestigung

Die bauseitige Befestigung der Flachdachständer kann z. B. auf einer Unterkonstruktion aus Doppel-T-Trägern erfolgen (→ Bild 221). Die Stützen der Flachdachständer haben hierfür Bohrungen an den Fußprofilschienen. Die bauseitige Unterkonstruktion ist so auszulegen, dass die an den Kollektoren angreifenden Windkräfte aufgenommen werden zu können.

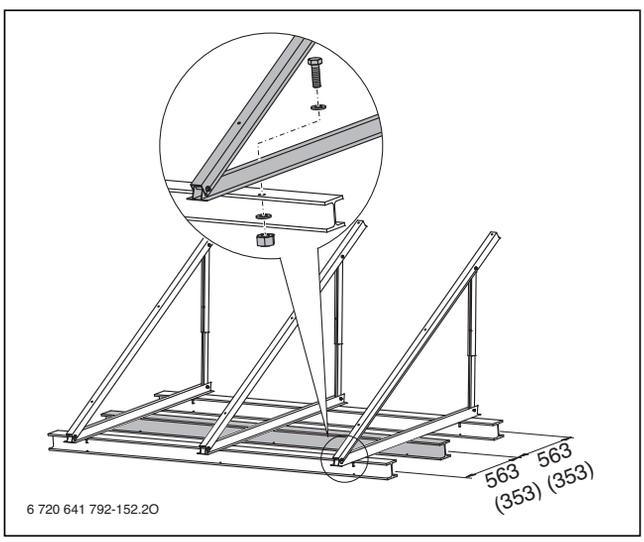


Bild 221 Flachdachständer bauseitig mit Fußverankerung auf einer Unterkonstruktion aus Doppel-T-Trägern befestigt (Maße in mm); Wert in Klammern für waagerechte Ausführung; Mittlere Auflage (grau) ist nur bei erhöhten Wind- oder Schneelasten erforderlich

Abstände Kollektorstützen

Die Abstände der Kollektorstützen sind von Folgendem abhängig:

- Kollektortyp: senkrecht, waagerecht
- Maximale Schneelast und Windgeschwindigkeit
- Montageart:
  - Montage mit Fußverankerung (bauseits)
  - Stabilisierung mit Beschwerungswannen

In Abhängigkeit von Gebäudehöhe (Montagehöhe), Windgeschwindigkeit und Schneelast gibt es 2 Ausführungen:

- Grundausführung, zulässig für folgende Werte:
  - Schneelast: maximal 2,0 kN/m²
  - Windgeschwindigkeit: maximal 151 km/h
- Ausführung für höhere Lasten
  - Schneelast: maximal 3,8 kN/m²
  - Windgeschwindigkeit: maximal 151 km/h

Die Bilder 222– 226, Seite 173 zeigen die Abstände der Kollektorstützen für FKT/FKC-2 senkrecht und waagerecht.

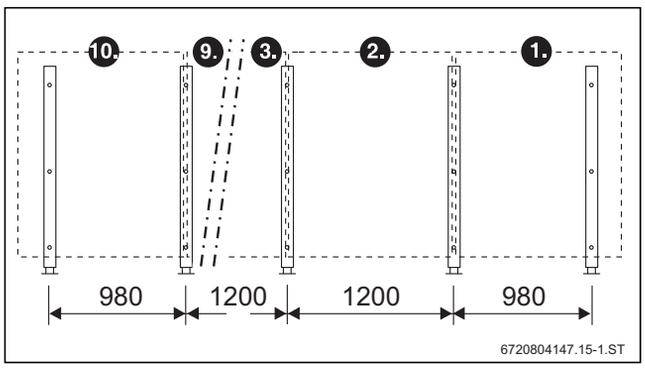


Bild 222 Grundausführung für FKT/FKC-2 (Maße in mm)

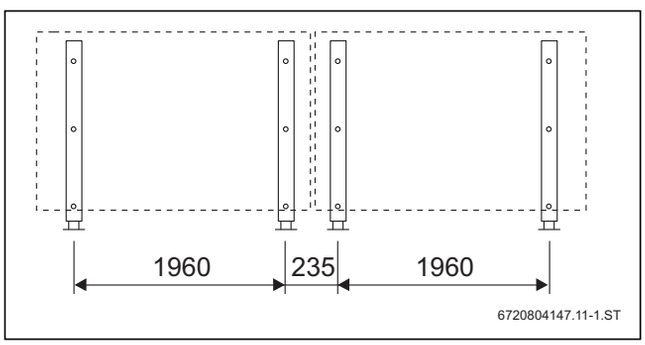


Bild 223 Grundausführung für FKT-2 waagerecht (Maße in mm)

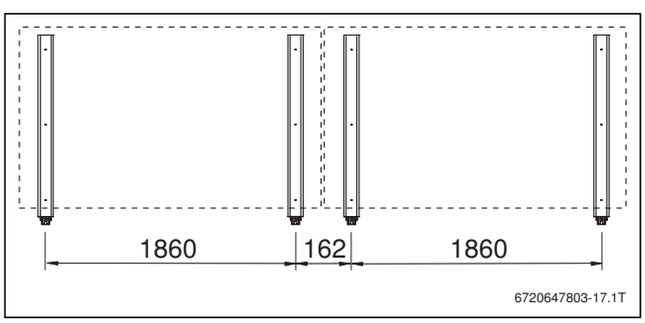


Bild 224 Grundausführung für FKC-2 waagerecht (Maße in mm)

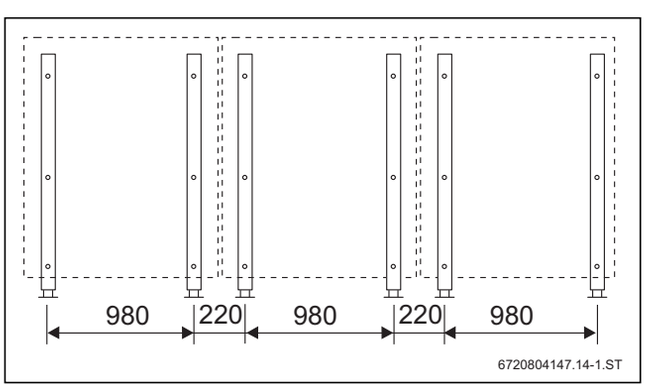


Bild 225 Ausführung höhere Lasten für FKT/FKC-2 senkrecht (Maße in mm)

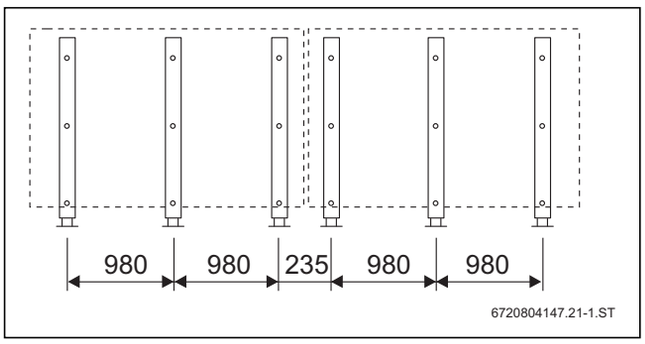


Bild 226 Ausführung für höhere Lasten bei FKT-2 waagerecht und 30° Aufstellwinkel (Maße in mm)

Bei einem Aufstellwinkel von 35...60° (FKC-2W: 30...60°) ist das Grundbefestigungssytem für die waagerechten Kollektoren auch für höhere Lasten einsetzbar.

Die Maße für die Abstände der Stützen so wie die Positionen der Bohrungen zur Befestigung an der bauseitigen Unterkonstruktion können auch der jeweiligen Installationsanleitung entnommen werden. Mit der Auswahl und Auslegung der Unterkonstruktion sollte ein Statiker beauftragt werden.

Befestigung mit Beschwerungswannen

Für die Befestigung durch Beschwerung werden je Kollektor vier Beschwerungswannen (Abmessung: 930x320x50 mm, ca. 40 l)) in die Flachdachständer eingehängt (→ Bild 227 und Bild 228, Seite 174). Diese werden mit Waschbetonplatten, Kies oder Ähnlichem zur Beschwerung befüllt. Die erforderlichen Gewichte (bei Kies-Füllung maximal 320 kg möglich) können der Tabelle 102 auf Seite 178 entnommen werden.

Optional kann die Kollektoranlage mit Beschwerungswannen und zusätzlichen Stahlseilen gesichert werden. Je nach örtlicher Windlast kann damit die Gewichtsbelastung auf dem Dach reduziert werden (→ Tabelle 102 und 103, Seite 178). Die Drahtseile werden je Kollektor an der hinteren, unteren Schraube nach hinten gezogen (Siehe Bild 228). Für diese Auslegung ist ein Statiker hinzuzuziehen.

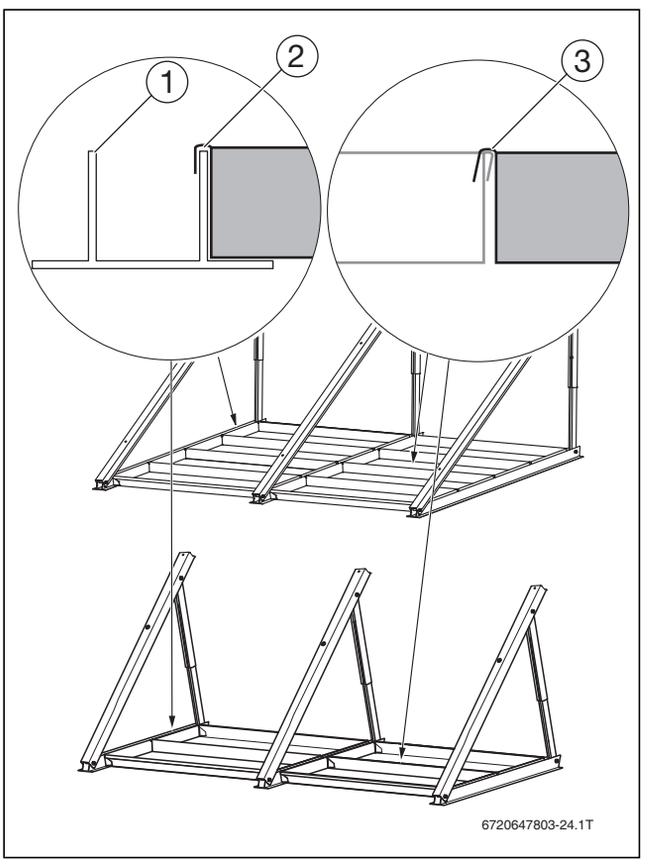


Bild 227 Kollektorstützen mit Beschwerungswannen für 2 senkrechte Kollektoren (oben) und 1 waagerechten Kollektor (unten)

[1] Profilschiene
[2] Einhängung der Beschwerungswanne in Profilschiene
[3] Einhängung der Beschwerungswanne ineinander

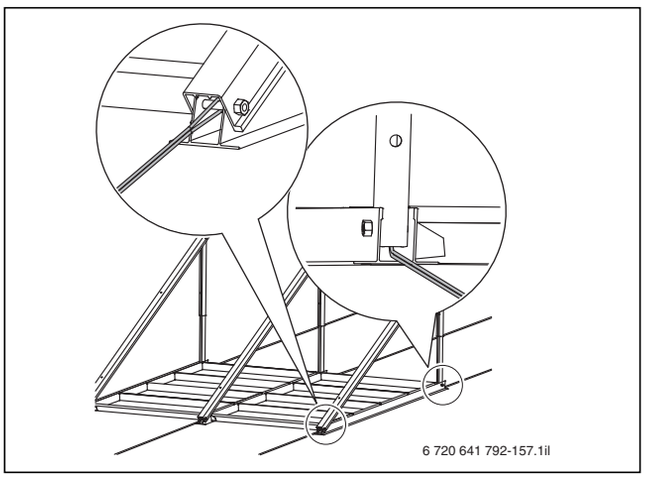


Bild 228 Flachdachständer für 2 senkrechte FKT-2 und FKC-2 mit Beschwerungswannen und zusätzlicher Seilsicherung

Bei einer Schneelast bis 2 kN/m^2 (Grundausführung) muss bei der Verwendung der Beschwerungswannen in Verbindung mit senkrechten Kollektoren FKC/FKT-2S für den dritten, fünften, siebten und neunten Kollektor in einer Reihe eine Zusatzstütze vorgesehen werden.

In Verbindung mit waagerechten FKC/FKT-2W Kollektoren wird beim ersten, dritten, sechsten, neunten und zehnten Kollektor eine zusätzliche Kollektorstütze benötigt (bei FKC-2W < 3 Kollektoren ist nur eine Zusatzstütze notwendig).

Die Grundausführung für waagerechte Kollektoren FKC/FKT-2 ist auch für höhere Schneelasten bis 3,8 kN/m^2 ohne weiteres Zubehör geeignet.

Bei erhöhter Schneelast > 2,0 kN/m^2 (bis maximal 3,8 kN/m^2) wird bei senkrechten Kollektoren FKC/FKT-2S je Kollektor eine Zusatzstütze und eine zusätzliche Profilschiene benötigt.

Bei waagerechten Kollektoren FKC/FKT-2W sind für die Grundausführung keine weiteren Zubehöre erforderlich.

Die gesamte Konstruktion sollte zum Schutz der Dachhaut auf Bautenschutzmatten aufgestellt werden.

Abstände der Kollektorstützen bei Beschwerungswannen

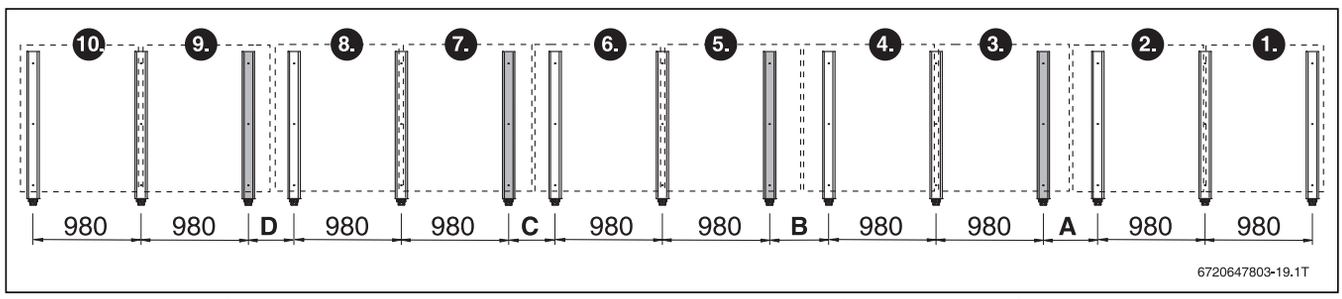


Bild 229 Grundausführung, 10 senkrechte Kollektoren FKC-2S und FKT-2S (Angaben in mm)

Anzahl Kollektoren	Anzahl Kollektorstützen	Maß A	Maß B	Maß C	Maß D
1	2	–	–	–	–
2	3	–	–	–	–
3	5	355 mm	–	–	–
4	6	440 mm	–	–	–
5	8	440 mm	355 mm	–	–
6	9	440 mm	440 mm	–	–
7	11	440 mm	440 mm	355 mm	–
8	12	440 mm	440 mm	440 mm	–
9	14	440 mm	440 mm	440 mm	355 mm
10	15	440 mm	440 mm	440 mm	440 mm

Tab. 98 Abstände der Zusatzstützen, bei Grundausführung mit Beschwerungswannen, senkrechte Montage FKC-2S und FKT-2S

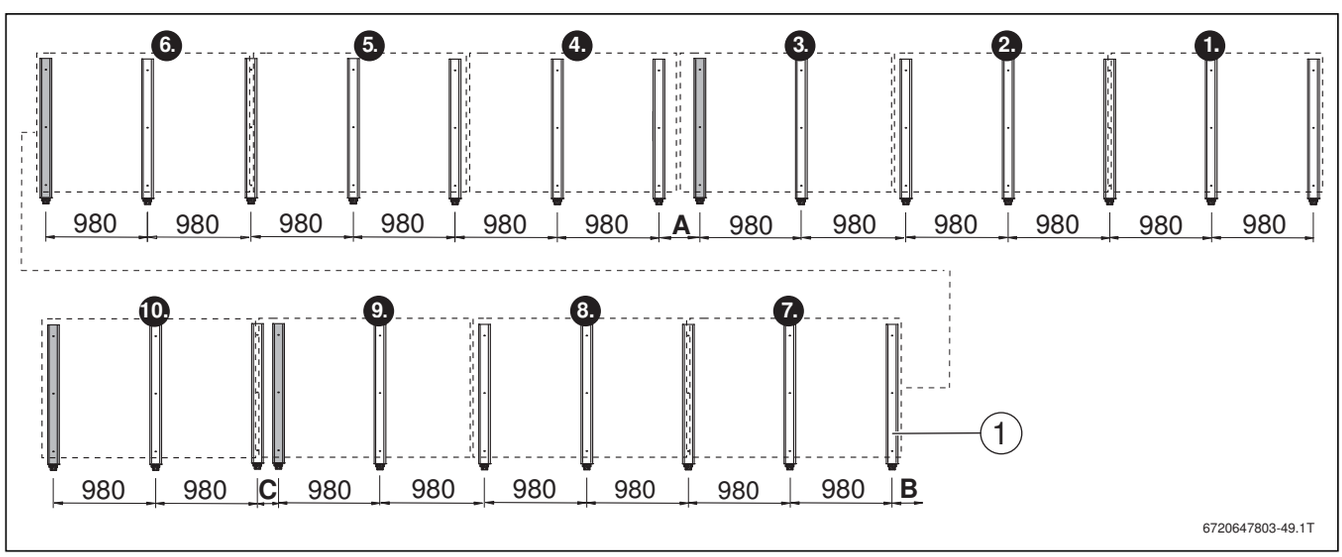


Bild 230 Grundausführung, 10 waagerechte Kollektoren FKC-2W (Angaben in mm)

Anzahl Kollektoren	Anzahl Kollektorstützen	Maß A	Maß B	Maß C
1	3	–	–	–
2	5	–	–	–
3	7	–	–	–
4	10	164 mm	–	–
5	12	164 mm	–	–

Tab. 99 Abstände der Zusatzstützen, bei Grundausführung mit Beschwerungswannen, waagerechte Montage FKC-2W

Anzahl Kollektoren	Anzahl Kollektorstützen	Maß A	Maß B	Maß C
6	14	328 mm	–	–
7	16	328 mm	–	–
8	19	328 mm	164 mm	–
9	21	328 mm	164 mm	–
10	24	328 mm	164 mm	164 mm

Tab. 99 Abstände der Zusatzstützen, bei Grundausführung mit Beschwerungswannen, waagerechte Montage FKC-2W

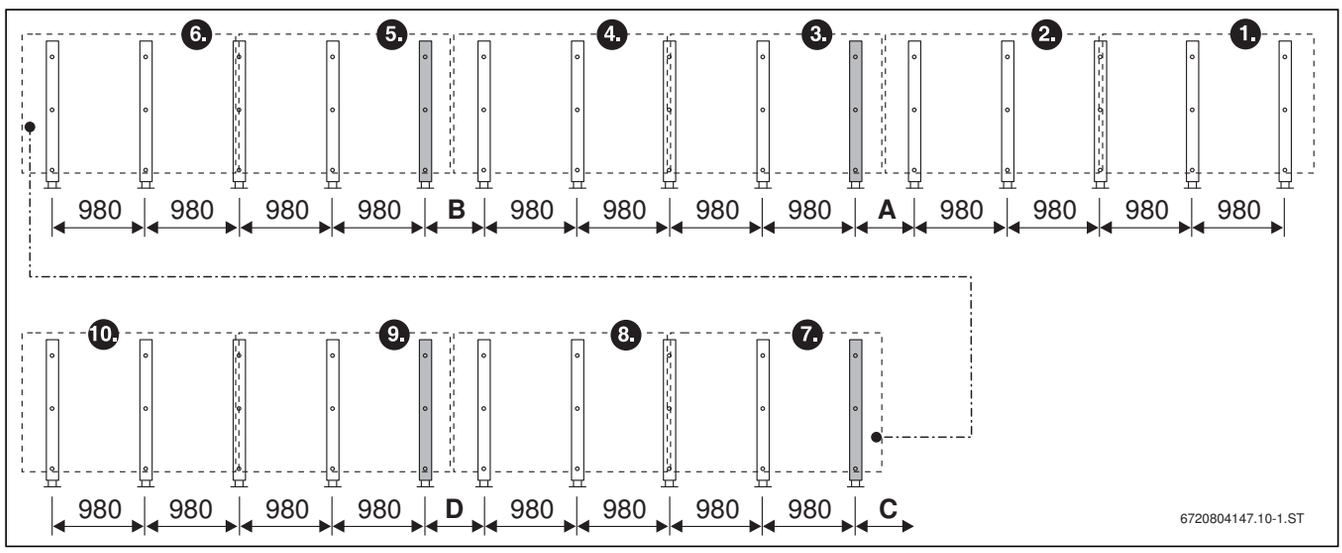


Bild 231 Grundausführung, 10 waagerechte Kollektoren FKT-2W (Angaben in mm)

Anzahl Kollektoren	Anzahl Kollektorstützen	Maß A	Maß B	Maß C	Maß D
1	3	–	–	–	–
2	5	–	–	–	–
3	8	352 mm	–	–	–
4	10	470 mm	–	–	–
5	13	470 mm	352 mm	–	–
6	15	470 mm	470 mm	–	–
7	18	470 mm	470 mm	352 mm	–
8	20	470 mm	470 mm	470 mm	–
9	23	470 mm	470 mm	470 mm	352 mm
10	25	470 mm	470 mm	470 mm	470 mm

Tab. 100 Abstände der Zusatzstützen, bei Grundausführung mit Beschwerungswannen, waagerechte Montage FKT-2W

Anzahl der erforderlichen Zubehöre bei FKC-2 und FKT-2

Zusatzschienen bei Montage mit bauseitiger Befestigung		**Erforderliche Zusatzstützen bei Montage mit Beschwerungswanne pro Kollektorreihe mit Kollektoranzahl**				
Schneelasten ≤ 2,0 kN/m² 1)	**Schneelasten > 2 kN - 3,8 kN/m² 1)**	**<3**	**3**	**5**	**7**	**9**
FKC-2 und FKT-2 senkrecht						
–	Anzahl der Kollektoren	–	1	2	3	4
FKC-2 waagerecht		**<3**	**3**	**6**	**9**	10
–	(Grundausführung bis 3,8 kN/m²)	1	1	2	3	4
FKT-2 waagerecht		**<3**	**3**	**5**	**7**	9
–	(Grundausführung bis 3,8 kN/m²)	–	1	2	3	4

Tab. 101 Anzahl der erforderlichen Zubehöre bei FKC-2 und FKT-2

1) Maximale Windgeschwindigkeit 151 km/h

Hydraulischer Anschluss

Für den hydraulischen Anschluss der Kollektoren bei der Flachdachmontage werden die Anschluss-Sets Flachdach verwendet (→ Bild 232 und Bild 233). Das Vorlaufrohr ist dabei parallel zum Kollektor zu führen, um eine Beschädigung des Anschlusses durch Windbewegung des Kollektors zu vermeiden (→ Bild 234).

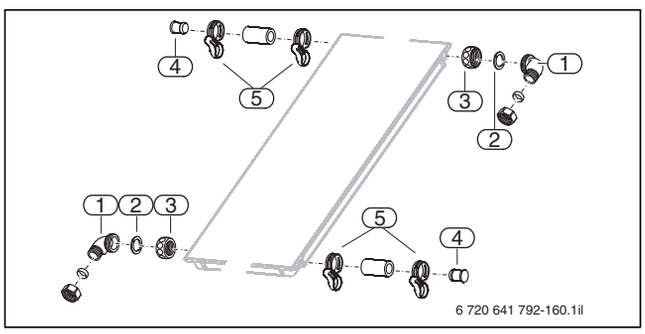


Bild 232 Anschluss-Set FKC-2 Flachdach

[1] Winkel mit anlagenseitigem Anschluss R ¾ oder Klemmring 18 mm
[2] Klemmscheibe
[3] Mutter G 1
[4] Stopfen
[5] Federbandschellen

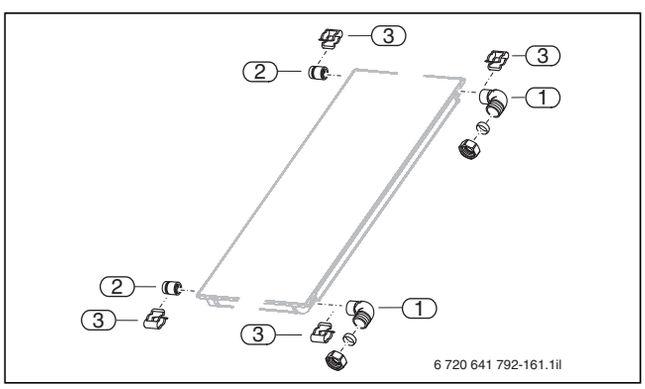


Bild 233 Anschluss-Set FKT-2 Flachdach

[1] Winkel mit anlagenseitigem Anschluss R ¾ oder Klemmring 18 mm
[2] Stopfen
[3] Klammer

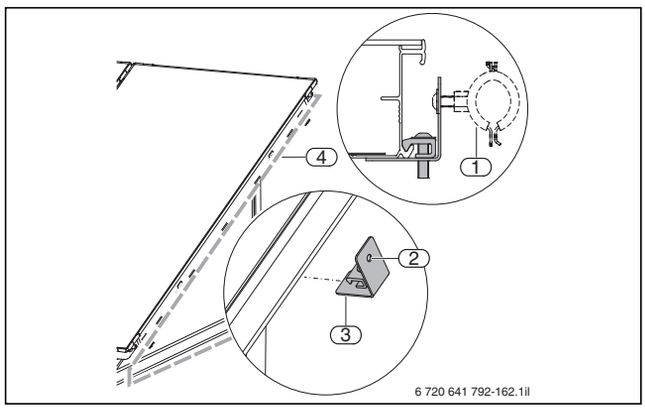


Bild 234 Leitungsführung Kollektorvorlauf

[1] Rohrschelle (bauseits)
[2] Gewinde M 8
[3] Halter (Lieferumfang Anschluss-Set)
[4] Vorlaufrohr

Statische Anforderungen

Einsatzgrenzen hinsichtlich der Wind- und Schneelasten sind in Tabelle 91 auf Seite 160 zusammengestellt.

Gewichte Flachdachständer

Bei der Ermittlung der Dachlasten können für die Montage-Sets Flachdach folgende Gewichte zugrunde gelegt werden:

- Grundbausätze senkrecht: 12,2 kg
- Grundbausätze waagerecht: 8,7 kg
- Erweiterungsbausätze senkrecht: 7,2 kg
- Erweiterungsbausätze waagerecht: 8,7 kg

Eine detaillierte Auswahlhilfe für verschiedene Anschlusszubehöre und Montagesysteme sowie fertig konfigurierte Kollektorpakete von 2...10 Kollektoren für die verschiedenen Dachaufbauten sind im Junkers-Systempaket-Katalog dargestellt.

Sicherung Flachdachständer (Stabilisierung eines Kollektors FKT-2)

Zum Schutz vor Verrutschen bei Windlasten sind Kollektoren auf dem Dach zu sichern. Wenn das nicht durch bauseitige Befestigungen erfolgt, sind die Befestigungen ausreichend zu beschweren. Für diese Befestigung stehen die Beschwerungswannen für die Flachkollektor-Montage zur Verfügung. Diese Beschwerungswannen sind abhängig von den Windlasten ausreichend zu füllen. Die Grundlage der Angaben ist die DIN 1055 Teil 4 "Lastaufnahmen für Bauten".

Zusätzlich kann eine Seilsicherung erfolgen.

Wir empfehlen, einen Baustatiker für die region- und gebäudebezogene Auslegung sowie zur Prüfung der maximalen Belastung des Dachs zu beauftragen.

Geschwindigkeitsdruck q	Windgeschwindigkeit	Fußverankerung Anzahl und Art der Schrauben[3]	Beschwerung ohne Sicherung, Gewicht[1] bei Anstellwinkel α			Beschwerung mit Seilsicherung, Gewicht[2] bei Anstellwinkel α			Seilzugkraft
			30°	45°	60°	30°	45°	60°	
0,50 kN/m²	102 km/h	2x M8/8,8	243 kg	285 kg	299 kg	162 kg	185 kg	200 kg	2,0 kN
0,60 kN/m²	111 km/h	2x M8/8,8	309 kg	354 kg	376 kg	223 kg	239 kg	262 kg	2,0 kN
0,70 kN/m²	120 km/h	2x M8/8,8	370 kg	427 kg	453 kg	269 kg	292 kg	315 kg	2,0 kN
0,80 kN/m²	129 km/h	2x M8/8,8	432 kg	497 kg	518 kg	323 kg	346 kg	354 kg	3,0 kN
0,90 kN/m²	137 km/h	2x M8/8,8	496 kg	569 kg	602 kg	377 kg	400 kg	423 kg	3,0 kN
1,00 kN/m²	144 km/h	2x M8/8,8	558 kg	639 kg	676 kg	431 kg	454 kg	477 kg	3,0 kN
1,10 kN/m²	151 km/h	3x M8/8,8	627 kg	711 kg	748 kg	492 kg	508 kg	523 kg	4,0 kN

Tab. 102 Stabilisierung eines Kollektors FKT-2

1) Gewichtsangaben für senkrechte und waagerechte Kollektoren

2) Gewichtsangaben für senkrechte Kollektoren (waagerecht: Angaben plus 10 %)

3) Je Kollektorstütze

Sicherung Flachdachständer (Stabilisierung eines Kollektors FKC-2)

Geschwindigkeitsdruck q in [kN/m²]	Windgeschwindigkeit in [km/h]	Fußverankerung Anzahl und Art der Schrauben[1]	Beschwerung ohne Sicherung Gewicht in Beschwerungswanne in [kg]	Beschwerung mit Seilsicherung Gewicht in Beschwerungswanne in [kg]	Beschwerung mit Seilsicherung Seilzugkraft in [kN]
0,50	102	2 × M8/8,8	278	180	2,0
0,80	129	2 × M8/8,8	481	320	3,0
1,10[2]	151	3 × M8/8,8	695	450	4,0

Tab. 103 Stabilisierung eines Kollektors FKC-2

1) Je Kollektorstütze

2) Zusätzliche Profilschienen nur für zusätzliche Schneelast erforderlich.

Bei Verwendung von Beschwerungswannen mit Kies ist je Kollektor ein maximales Gewicht von 320 kg möglich.

HINWEIS: Schäden am Dach und an den Kollektoren durch unzureichende Befestigung bei geneigten Dächern!

- ▶ Bei geneigten Dächern Kollektorstützen bauseits ausreichend befestigen.

HINWEIS: Dachundichtheit durch Verletzung der Dachhaut!

- ▶ Zum Schutz der Dachhaut handelsübliche Bauschutzmatten auslegen.
- ▶ Profile, Kollektorstützen und weiteres Montagematerial nur auf Bauschutzmatten ablegen.

HINWEIS: Schäden am Dach durch falsche Stabilisierungsart!

- ▶ Statik des Dachs bei der Wahl der Stabilisierungsart berücksichtigen.

8.3.5 Fassadenmontage für Flachkollektoren

Die Fassadenmontage ist nur für waagerechte Flachkollektoren FKT/FKC-2W geeignet und bis zu einer maximalen Schneelast bis 2,0 kN/m² und einer maximalen Windgeschwindigkeit von 129 km/h (entspricht einem Staudruck von 0,8 kN/m²) an der Gebäudefassade zulässig.

Die Fassadenmontage erfolgt mit den waagerechten Flachdachständern. Der erste Kollektor in der Kollektorreihe wird mit einem Grundbausatz Fassadenständer montiert. Jeder weitere Kollektor in der gleichen Kollektorreihe wird mit einem Erweiterungsbausatz Fassadenständer montiert. Je Kollektor ist eine weitere Zusatzstütze notwendig (je Kollektor 3 Stützen → Bild 235).

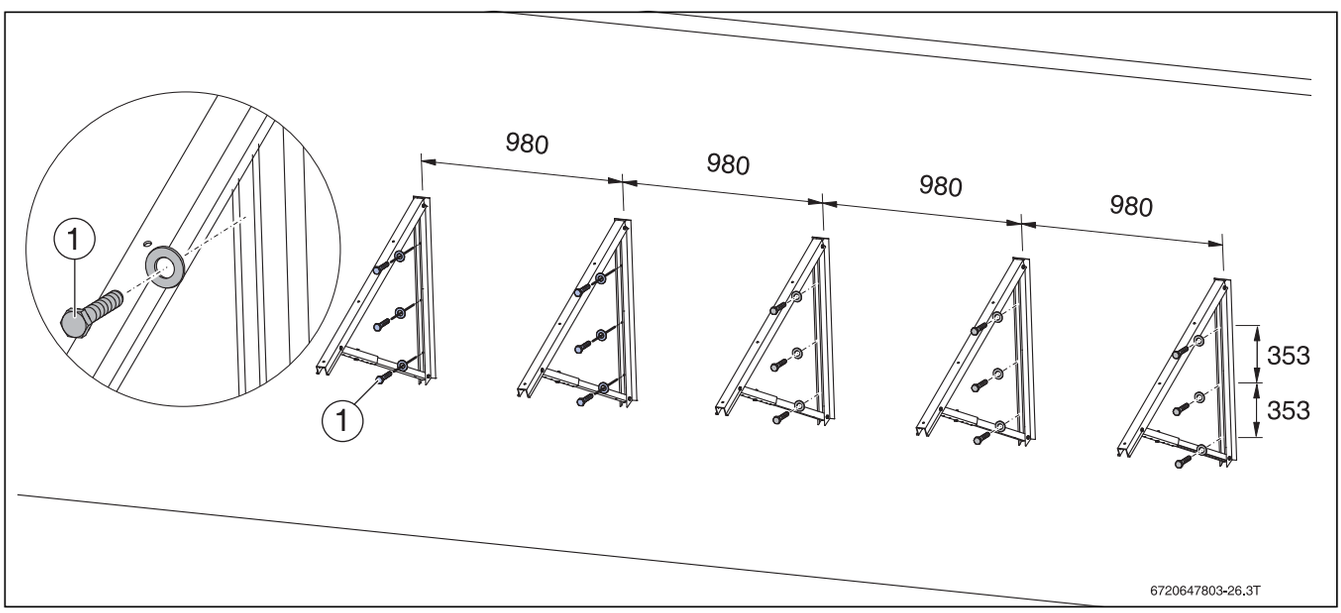


Bild 235 Kollektorstützen an der Fassade, 2 waagerechte Kollektoren FKC-2W und FKT-2W; Maße in mm

Der Neigungswinkel der Stützen darf für die Montage an der Fassade nur im Bereich von 30° bis 45° eingestellt werden (→ Bild 236).

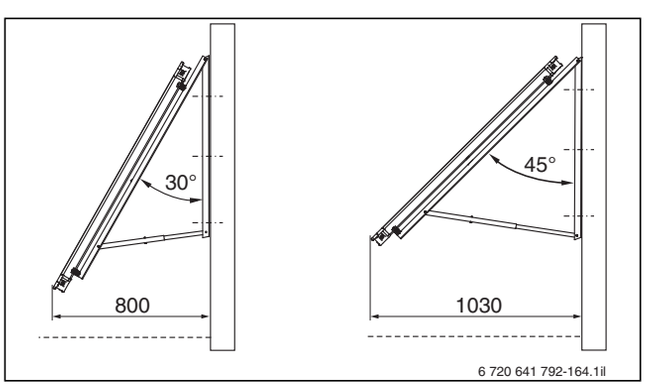


Bild 236 Einstellbereich für Neigungswinkel der Stützen an einer Fassade (Maße in mm)

Statische Anforderungen

Einsatzgrenzen hinsichtlich der Wind- und Schneelasten sind in Tabelle 91 auf Seite 160 zusammengestellt.

Bauseitige Sicherung

Die Kollektorabstützungen sind auf einem tragfähigen Untergrund mit je drei Schrauben pro Stütze bauseitig zu befestigen (→ Tabelle 104).

Wandaufbau	Schrauben/Dübel je Kollektorabstützung (bauseits)	Abstand vom Rand der Fassade
Stahlbeton mindestens B25 (mindestens 0,12 m)	3 × UPAT MAX Express-Anker, Typ MAX 8 (A4)[1] und 3 × Unterlegscheiben[2] nach DIN 9021	> 0,10 m
Stahlbeton mindestens B25 (mindestens 0,12 m)	3 × Hilti HST-HCR-M8[1] oder HST-R-M8[1] und 3 × Unterlegscheiben[2] nach DIN 9021	> 0,10 m
Unterkonstruktion aus Stahl (z. B. Doppel-T-Träger)	3 × M8 (4.6)[1] und 3 × Unterlegscheiben[2] nach DIN 9021	–

Tab. 104 Befestigungsmittel

1) Je Dübel/Schraube muss eine Zugkraft von min. 1,63 kN und eine Vertikalkraft (Abscherkraft) von min. 1,56 kN aufgenommen werden können.

2) 3 x Schraubendurchmesser = Außendurchmesser der Unterlegscheibe

8.3.6 Indachmontage für Flachkollektoren

Um Schäden am Gebäude zu vermeiden, empfehlen wir, einen Dachdecker bei der Planung und Montage hinzuzuziehen.

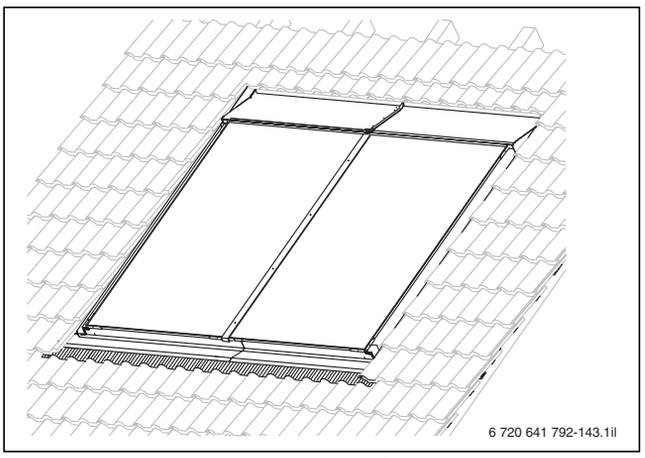


Bild 237 Gesamtansicht Kollektorfeld Indach

Die Indachmontagesysteme sind für senkrechte und waagerechte Kollektoren FKC-2 und FKT-2 geeignet. Für die Dacheindeckungen Pfannen, Ziegel oder Schindel, Schiefer, Biberschwanz stehen jeweils eigene Montage-Sets zur Verfügung. Die Kollektoren sorgen gemeinsam mit der Blecheinfassung für die Dachdichtigkeit. Mit dem Indachmontagesystem werden die Kollektoren ausschließlich einreihig montiert.

Die Montage der äußeren beiden Kollektoren in einer Reihe erfolgt mit einem Grundbausatz. Jeder weitere Kollektor im Feld wird mit einem Erweiterungsbausatz zwischen den beiden äußeren Kollektoren montiert.

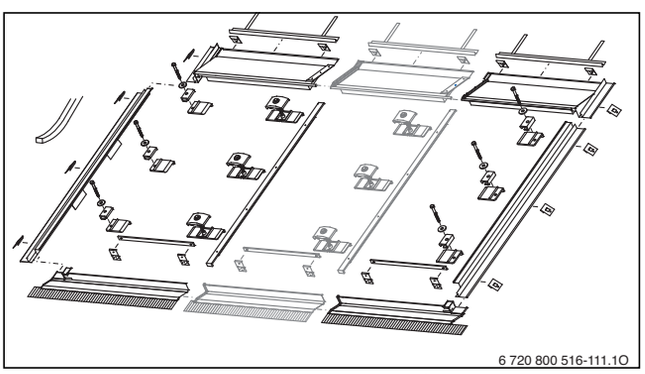


Bild 238 Beispiel: Grundbausatz FKC/FKT-2S Indach für die beiden äußeren Kollektoren und Erweiterungsbausatz für den mittleren Kollektor (grau hervorgehoben)

Für die Befestigung der Kollektoren, der Blecheinfassung und als Auflage für das obere Abdeckblech und der unteren Bleischürze sind zusätzliche Dachlatten bauseits zu montieren.

Indachmontage von einzelnen Kollektoren

Für die Installation von einzelnen waagerechten oder senkrechten Kollektoren übereinander werden die Montage-Sets für Einzelkollektoren verwendet.

Hydraulischer Anschluss

Für den hydraulischen Anschluss der Kollektoren bei der Indachmontage empfehlen wir die Anschluss-Sets Indach (→Bild 239).

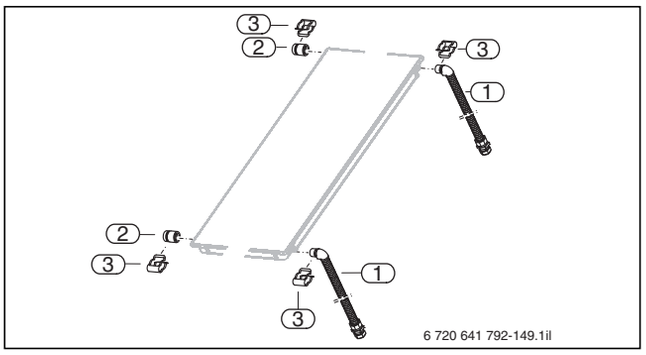


Bild 239 Anschluss-Set FKT-2 Indach

[1] Anschlussleitung 1000 mm mit anlageseitigem Anschluss R ¾ oder Klemmring 18 mm, isoliert
[2] Stopfen
[3] Klammer

Mit Hilfe der Anschluss-Sets werden die Vor- und Rücklaufrohre innerhalb der seitlichen Abdeckbleche durch das Dach geführt.

Wenn das Kollektorfeld mit einem automatischen Entlüfter ergänzt werden soll, ist die Montage des Entlüftersatzes nur unter dem Dach möglich. Das Vorlaufrohr unter dem Dach ist mit Steigung nach oben zu führen. Das Rücklaufrohr ist mit Gefälle zur AGS-Station zu führen.

Statische Anforderungen

Einsatzgrenzen hinsichtlich der Wind- und Schneelasten sind in Tabelle 91 auf Seite 160 zusammengestellt.

8.3.7 Vorbereitungen für Indachmontage

Wir empfehlen zur Montage des Kollektorfeldes FKC/FKT-2 mit dem Indachmontagesatz einen Dachdecker oder Klempner hinzu zu ziehen. Zur besseren Begehbarkeit des Daches eine Dachdeckerleiter oder eine geeignete und zugelassene Steighilfe verwenden.

- Die Dachfläche, an der das Kollektorfeld montiert werden soll, muss abgedeckt werden. Die Ausgangsposition für das Kollektorfeld muss entsprechend der Installationsanleitung festgelegt werden.
- Bei einer vollverschalten Unterkonstruktion sind keine weiteren Vorarbeiten durchzuführen.
- Bei nicht vollverschalten Unterkonstruktionen sind zusätzliche Dachlatten einzubauen.

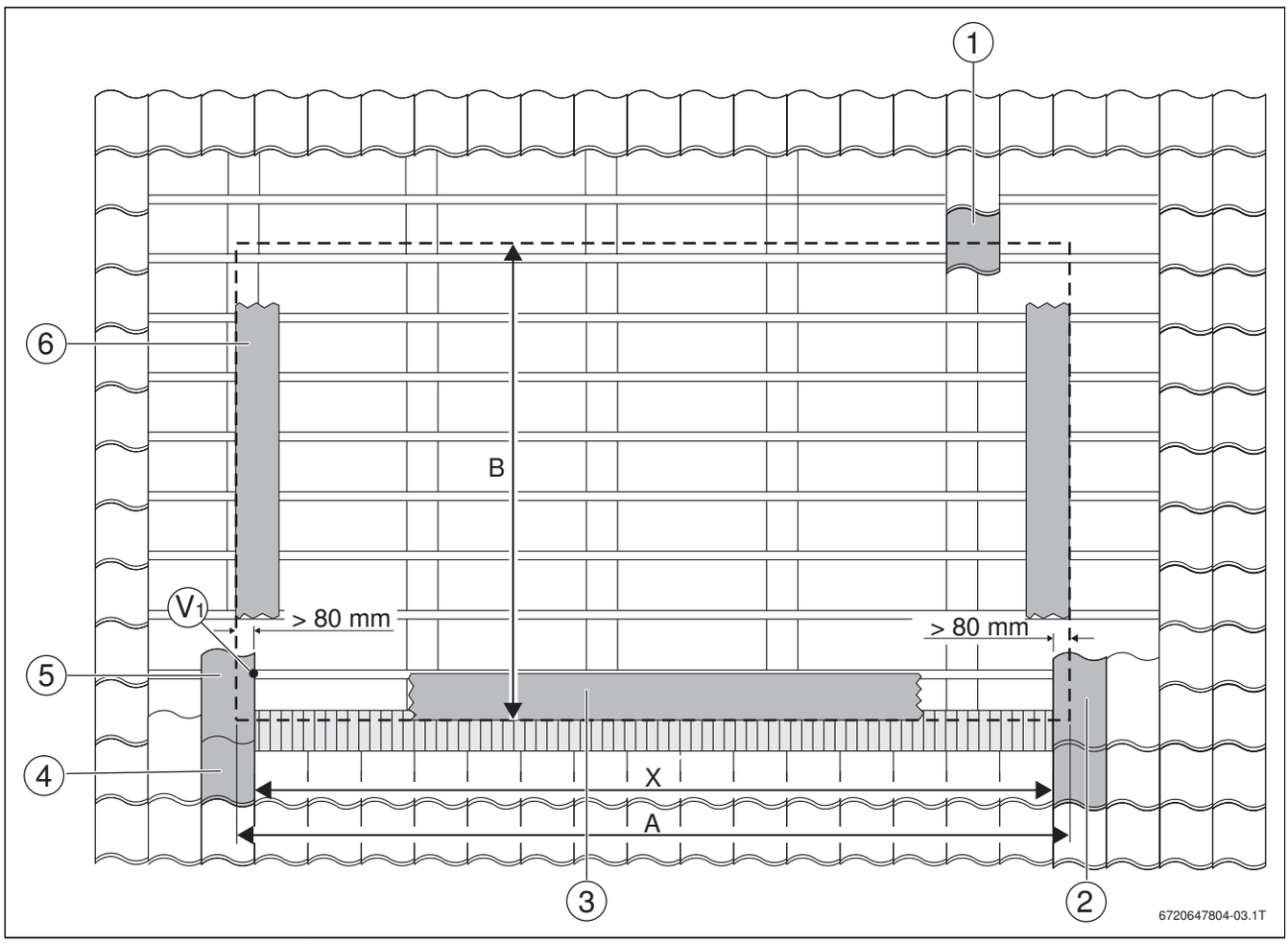


Bild 240 Lage des Kollektorfelds

A Breite des Kollektorfelds inklusive Eindeckblech
B Höhe des Kollektorfelds inklusive Eindeckblech, ohne Bleischürze
V1 Referenzpunkt zu Maß X
X Abstand zwischen den Eindeckungen, die auf den seitlichen Eindeckblechen liegen

[1] Obere Dachziegelreihe
[2] Rechte Dachziegelreihe
[3] Unteres Eindeckblech (mit Bleischürze)
[4] Untere Dachziegelreihe
[5] Linke Dachziegelreihe
[6] Seitliches Eindeckblech

Maß B, Höhe des Kollektorfelds

Eindeckung	Maß B, inklusive Eindeckbleche, ohne Bleischürze in [m]			
	FKC-2		FKT-2	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
Dachziegel	2,59	1,75	2,74	1,75
Hohlfalz	2,86	2,02	3,01	2,02
Schiefer/Schindel	2,61	1,77	2,76	1,77

Tab. 105 Maße Höhe Kollektorfeld

Maß X, Abstand zwischen den Dachziegel-Eindeckungen

Anzahl Kollektoren	Abstand in [m]			
	FKC-2		FKT-2	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
1	1,36...1,38	2,20...2,22	1,36...1,38	2,35...2,37
2	2,56...2,58	4,24...4,26	2,56...2,58	4,55...4,57
3	3,76...3,78	6,28...6,30	3,76...3,78	6,74...6,76
4	4,96...4,98	8,33...8,35	4,96...4,98	8,94...8,96
5	6,16...6,18	10,36...10,38	6,16...6,18	11,13...11,15
6	7,36...7,38	12,41...12,43	7,36...7,38	13,33...13,35
7	8,56...8,58	14,45...14,47	8,56...8,58	15,52...15,54
8	9,76...9,78	16,50...16,52	9,76...9,78	17,72...17,74
9	10,96...10,98	18,53...18,55	10,96...10,98	19,91...19,93
10	12,16...12,18	20,58...20,60	12,16...12,18	22,11...22,13

Tab. 106 Maße Abstand zwischen Dachziegel-Eindeckungen

Untere Dachziegelreihe anpassen

Auf der unteren Reihe der Eindeckung [3] liegt das untere Eindeckblech [1] mit der Bleischürze auf und dichtet das Kollektorfeld ab.

- Sicherstellen, dass die Höhe der Eindeckung den maximal zulässigen Wert (→ Bild 241 und Tabelle 107, Maß h) nicht überschreitet.

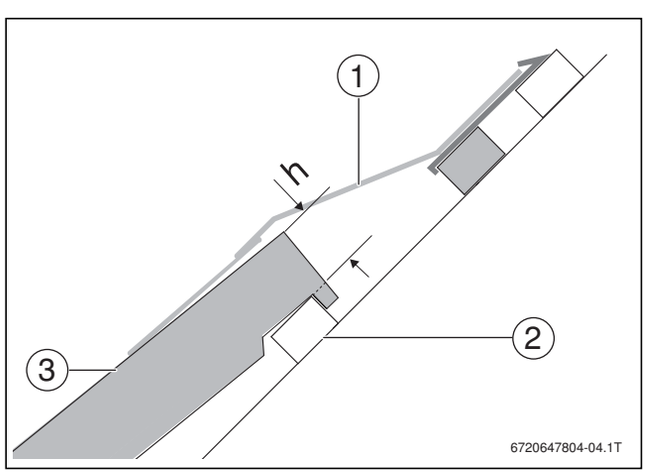


Bild 241 Maß h

Eindeckung	Maximale Höhe der Eindeckung: Oberkante Dachlatte bis Oberkante Eindeckung
Dachziegel	70 mm
Hohlfalz	140 mm

Tab. 107 Maximale Höhe Eindeckung

Wenn die Eindeckung höher ist als der maximal zulässige Wert:

- Obere Kante der Eindeckung [3] so weit abschrägen, dass das untere Eindeckblech [1] bündig aufliegen kann.

8.3.8 Zusätzliche Dachlatten montieren

Im Vorfeld sollte die Anzahl der bauseits notwendigen Dachlatten ermittelt werden.

Länge der zusätzlichen Dachlatten

Für die Auflage der Eindeckbleche und der Kollektoren werden bauseits zusätzliche Dachlatten der gleichen Höhe wie die vorhandenen benötigt.

Mindestlänge der zusätzlichen Dachlatten
(→ Tabelle 108 und Bild 242, [2]):
Länge = Maß A + ca. 10 cm (für seitliche Hafter [1])

- Länge der zusätzlichen Dachlatten anpassen, so dass die Lattenstöße auf den Dachsparren befestigt werden können.

Alternativ zu zusätzlichen Dachlatten kann die vorhandene Dachlattung im Bereich des Kollektorfelds auf die Maße der zusätzlichen Dachlatten versetzt werden.
Im Folgenden wird die Montage mit zusätzlichen Dachlatten beschrieben.

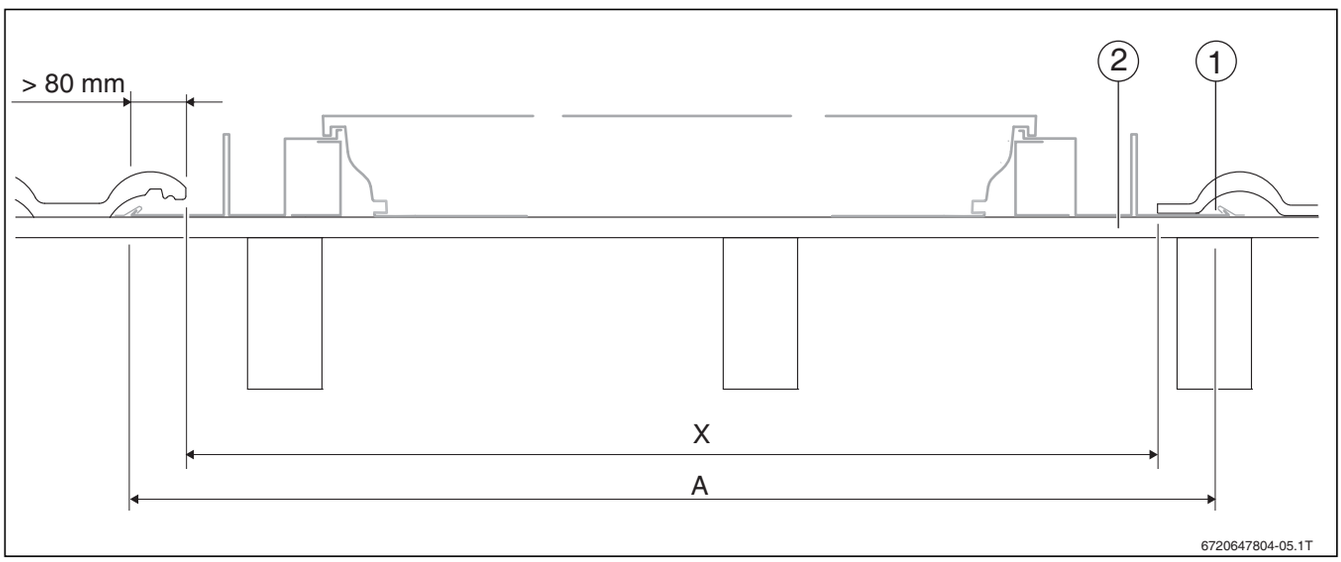


Bild 242 Länge zusätzliche Dachlatte

[1] Hafter
[2] zusätzliche Dachlatte

Maß A, Kollektorfeldbreite inklusive Eindeckblech für FKC-2

Anzahl Kollektoren	Maß A, inklusive Eindeckbleche in [m]			
	Dachziegel/Schiefer		Hohlfalz	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
1	1,54	2,38	1,61	2,45
2	2,74	4,42	2,81	4,49
3	3,94	6,46	4,01	6,53
4	5,14	8,50	5,21	8,57
5	6,34	10,55	6,41	10,62
6	7,54	12,59	7,61	12,66
7	8,74	14,63	8,81	14,70
8	9,94	16,67	10,01	16,74
9	11,14	18,71	11,21	18,78
10	12,34	20,76	12,41	20,83

Tab. 108 Platzbedarf für Typ senkrecht und waagerecht FKC-2

Maß A, Kollektorfeldbreite inklusive Eindeckblech für FKT-2

Anzahl Kollektoren	Maß A, inklusive Eindeckbleche in [m]			
	Dachziegel/Schiefer		Hohlfalz	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
1	1,54	2,53	1,61	2,60
2	2,74	4,73	2,81	4,80
3	3,94	6,92	4,01	6,99
4	5,14	9,11	5,21	9,19
5	6,34	11,32	6,41	11,39
6	7,54	13,51	7,61	13,59
7	8,74	15,70	8,81	15,77
8	9,94	17,89	10,01	17,96
9	11,14	20,09	11,21	20,16
10	12,34	22,29	12,41	22,36

Tab. 109 Platzbedarf für Typ senkrecht und waagerecht FKT-2

Position/Abstände der zusätzlichen Dachlatten

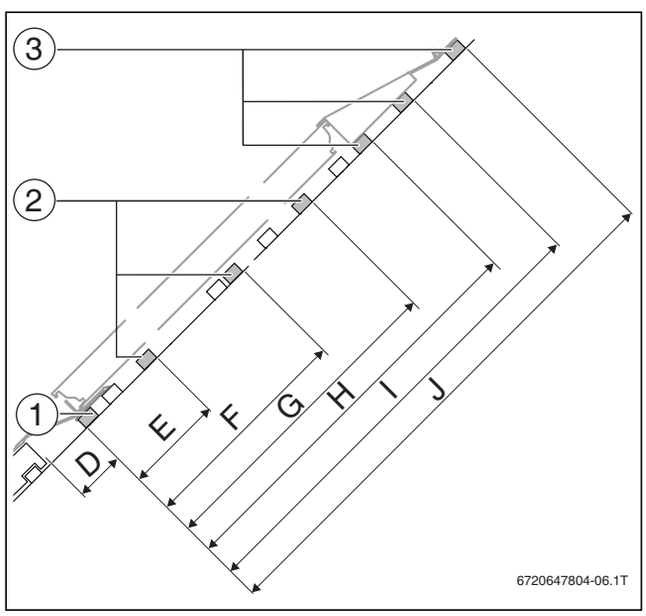


Bild 243 Position/Abstände zusätzliche Dachlatten

D Abstand zur Dachlatte für Montagehalter
E Abstand zur Dachlatte für Niederhalter an unterer Montagetasche
F Abstand zur Dachlatte für Niederhalter an mittlerer Montagetasche (nur bei senkrechter Kollektor-Variante)
G Abstand zur Dachlatte für Niederhalter an oberer Montagetasche
H Abstand zur Dachlatte für Styroporkeil am oberen Eindeckblech
I Abstand zur Dachlatte für Styroporkeil am oberen Eindeckblech
J Abstand zur Dachlatte für oberes Eindeckblech

[1] Dachlatte für Montagehalter
[2] Dachlatten für Niederhalter
[3] Dachlatten für oberes Eindeckblech

Abstände	Abstände der zusätzlichen Dachlatten in [mm]							
	FKC-2				FKT-2			
	Dachziegel/Schiefer		Hohlfalz		Dachziegel/Schiefer		Hohlfalz	
	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht	senkrecht	waagerecht
D	140	140	280	280	140	140	280	280
E	200...380	200...380	200...380	200...380	200...380	200...380	200...380	200...380
F	1030	–	1030	–	1030	–	1030	–
G	1660...1840	810...998	1660...1840	810...998	1808...1988	810...998	1808...1988	810...998
H	2080	1230	2080	1230	2230	1230	2230	1230
I	2250	1380	2360	1500	2400	1380	2370	1500
J	2450	1600	2570	1730	2600	1600	2720	1730

Tab. 110 Abstände der zusätzlichen Dachlatten

Zusätzliche Dachlatten montieren

Bei der Montage der zusätzlichen Dachlatten folgende Punkte beachten:

- Lattenstöße müssen immer auf einem Sparren und ausreichend befestigt sein.
- Niveauunterschiede von Sparren müssen bauseits ausgeglichen werden.
- Wenn direkt oberhalb einer vorhandenen Dachlatte eine zusätzliche Latte eingesetzt wird, muss die zusätzliche Dachlatte mit Abstand gesetzt werden. Dieser Abstand muss so groß sein, dass die Dachpfannen eingehängt werden können.
- Eine vorhandene Dachlatte muss versetzt werden, wenn in dem Bereich eine zusätzliche Dachlatte zu montieren ist.

Wichtig:

Die zusätzlichen Dachlatten müssen zur Kollektorhaltermontage exakt ausgerichtet sein. Es ist sinnvoll, die Latten mit einer Maurerschnur auszurichten.

Vorhandene Dachlatten versetzen

- Vorhandene Dachlatte [4] im Kollektorfeld [1] versetzen und gegebenenfalls mit Konterlattung [3] sichern.

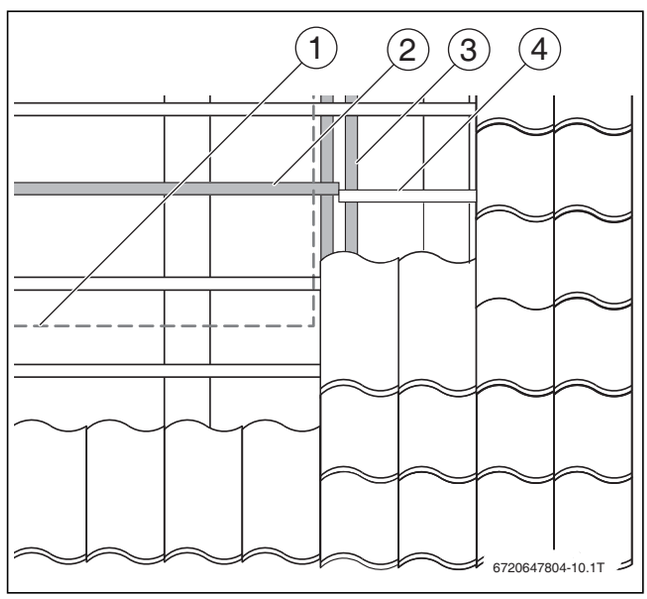


Bild 244 Vorhandene Dachlatten versetzen

[1] Kollektorfeld
[2] Versetzte Dachlatte
[3] Konterlattung
[4] Vorhandene Dachlatte

8.3.9 Richtwerte für Montagezeiten

Einbeziehen von Fachleuten

Mindestens zwei Monteure sind einzuplanen, um die Solarkollektoren zu montieren. Jede Installation auf einem Schrägdach erfordert einen Eingriff in die Dacheindeckung. Entsprechende Fachleute (Dachdecker, Klempner) sind vor der Montage zu befragen und gegebenenfalls einzubeziehen. Junkers bietet Schulungen zur Montage von Solaranlagen an. Informationen dazu erhalten Sie bei Ihrem Vertriebsbeauftragten oder der Junkers Schulungsannahme.

Für alle Montagevarianten sind die erforderlichen Bausätze einschließlich Zubehör mit der zugehörigen Installationsanleitung lieferbar. Die Installationsanleitung für die gewählte Montagevariante ist vor Beginn der Arbeiten gründlich zu lesen.

Zeiten für die Kollektormontage

Die Zeiten in Tabelle 111 gelten nur für die reine Kollektormontage mit Montagesystemen und Anschlüssen an eine Kollektorreihe. Sie setzen genaue Kenntnisse der jeweiligen Installationsanleitung voraus.

Nicht berücksichtigt sind die Zeiten für Sicherheitsvorkehrungen, für den Transport der Kollektoren und Montagesysteme auf das Dach sowie für Dachumbauten (Anpassen und Schneiden der Dachziegel). Diese sollten nach Rücksprache mit einem Dachdecker abgeschätzt werden.

Die Zeitkalkulation für die Planung einer Sonnenkollektoranlage basiert auf Erfahrungswerten. Diese sind von den bauseitigen Bedingungen abhängig. Deshalb können die tatsächlichen Montagezeiten auf der Baustelle von den in Tabelle 111 genannten Zeiten erheblich abweichen.

	Richtwerte für Montagezeiten	
Montagevariante und -umfang	**von 2 Kollektoren FKC/FKT-2**	**für jeden weiteren Kollektor**
Aufdachmontage	1,0 h pro Monteur	0,3 h pro Monteur
Indachmontage	4,5 h pro Monteur	1,5 h pro Monteur
Flachdachmontage mit Beschwerungswannen	1,5 h pro Monteur	0,5 h pro Monteur
Flachdachmontage auf bauseitiger Unterkonstruktion	1,5 h pro Monteur	0,5 h pro Monteur
Fassadenmontage 45°	2,5 h pro Monteur	1,5 h pro Monteur

Tab. 111 Montagezeiten mit zwei Monteuren für Kollektoren bei Kleinanlagen (bis 8 Kollektoren) auf Dächern mit einem Neigungswinkel ≤ 45 °, ohne Transportzeiten, Aufwand für Sicherheitsvorkehrungen und Erstellung bauseitiger Unterkonstruktionen

8.4 Hinweise zu den verschiedenen Montagesystemen für Vakuumröhrenkollektoren

Unabhängig von der Montagevariante empfehlen wir die Anordnung der Kollektoren nebeneinander. Die Installation von Kollektorreihen über- oder hintereinander ist ebenfalls zulässig. Die Vakuumröhrenkollektoren sind grundsätzlich so zu montieren, dass der Sammelkasten oben ist. Die maximal zulässige Belastung für den Unterbau und der geforderte Abstand zum Dachrand nach DIN EN 1991 sind zu beachten.

8.4.1 Einsatzbereich

	Aufdachmontage VK 140-1 und VK 280-1	Flachdachmontage VK 140-1 und VK 280-1	Flachdachmontage VK 230-1	Fassadenmontage VK 140-1 und VK 280-1[1)]
Dacheindeckung	Pfannen, Ziegel, Schiefer, Schindel, Wellplatten	–	–	–
Dachneigung	15° bis 65°	0° (bis 20° bauseits gegen Rutschen sichern)	0° (bis 15° bauseits gegen Rutschen sichern)	–
Kollektorneigung	gleich Dachneigung	wahlweise 30° oder 45°	0° (liegend)	wahlweise 45° oder 60°
Zulässige Windlast nach DIN EN 1991-1-4	bis 129 km/h[2)]	bis 129 km/h[2)]	bis 129 km/h[2)]	bis 129 km/h[2)]
Zulässige Schneelast nach DIN EN 1991-1-3	bis 2 kN/m^2	bis 2 kN/m^2	bis 2 kN/m^2	bis 2 kN/m^2

Tab. 112 Einsatzbereich

1) Mit Flachdachständern

2) Entspricht einem Staudruck von 0,8 kN/m^2.

8.4.2 Aufdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

Für die Aufdachmontage von VK...-1-Röhrenkollektoren stehen sechs Montage-Sets zur Verfügung, die sich in der Dachanbindung und der Anzahl und Länge von Profilschienen unterscheiden.

Für Pfannen- und Biberschwanz-Eindeckung werden Dachbügel verwendet und für Wellplatten-Eindeckung sind Stockschrauben im Lieferumfang enthalten. Die Dachbügel können auch für eine senkrechte Montage von Vakuumröhrenkollektoren an der Fassade genutzt werden.

Bei der Platzierung der Dachbügel oder Stockschrauben ist die Lage der Sparren zu berücksichtigen.

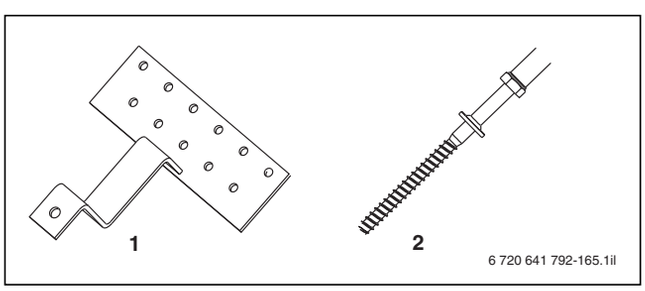


Bild 245

[1] Dachbügel
[2] Stockschraube

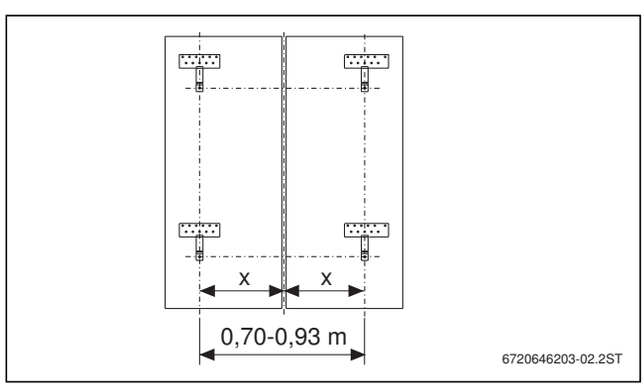


Bild 246 2 x VK140 (1 x VK280) für eine Regelschneelast von max. 1,5 kN/m^2

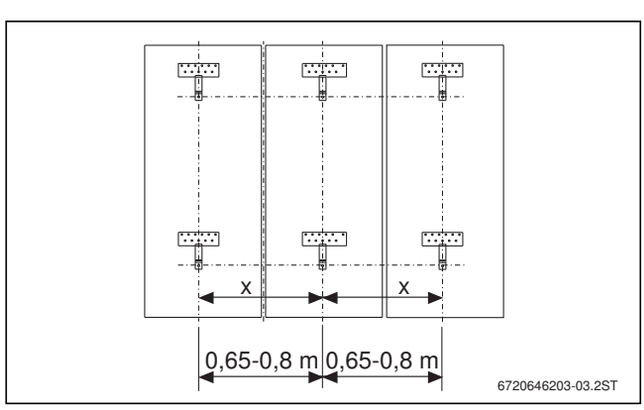


Bild 247 3 x VK140 (oder 1 x VK140 und 1 x VK280) für eine Regelschneelast von max. 1,5 kN/m^2

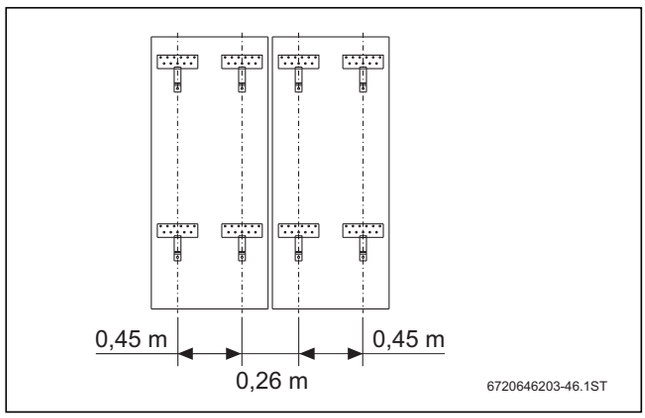


Bild 248 2 x VK140 (und weitere) für eine Regelschneelast von max. 2,0 kN/m²

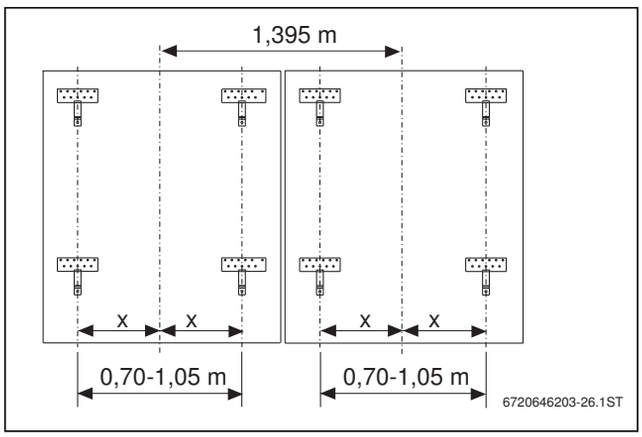
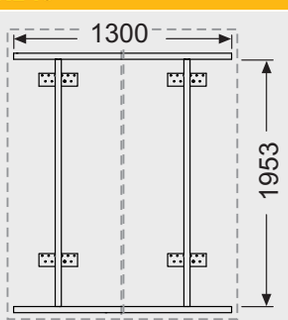
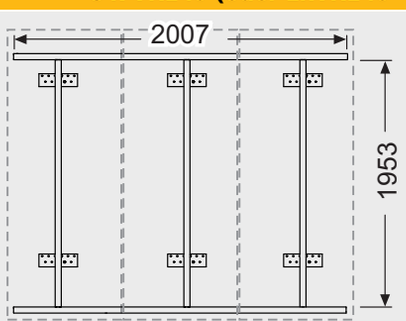


Bild 249 2 x VK280 (und weitere) für eine Regelschneelast von max. 2,0 kN/m²

Das Maß **x** steht für einen gleichen Abstand. Die maximale Abweichung dieser Maße zueinander beträgt 100 mm.

Das Montage-Set für einen VK 280-1 enthält 4 Dachanbindungen und 2 senkrechte Schienen. Die Montage-Sets für 2 oder 3 VK 140-1 enthalten zusätzlich auch Schienen, die waagerecht montiert werden. Wegen des unterschiedlichen Aufbaus sind bei einer Kombination von VK 140-1 und VK 280-1 in einem Kollektorfeld nur Montage-Sets zu verwenden, die waagerechte Schienen enthalten. Deshalb ist für einen VK 280-1 das Montage-Set für 2 VK 140-1 zu verwenden.

2 x VK140	**3 x VK140 (oder 1xVK140 + 1xVK280)**
	
Regelschneelast: max. 1,5 kN/m²	Regelschneelast: max. 1,5 kN/m²

Tab. 113 Verwendung der Schienen (Pos. 5) und maximale Regelschneelast (Maße in mm)

8.4.3 Aufdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1

Die Montagesysteme für die VK 140-1 und VK 280-1 unterscheiden sich zu den Systemen für den VK 230-1 im Material und den Abmessungen. Daher sind sie nicht kompatibel. Für jeden VK 230-1 wird bei der Aufdachmontage ein Set Auflageschienen (2 Stück) und ein Set mit 4 Haltebügeln oder Stockschrauben für die Dachanbindung benötigt. Dabei gibt es folgende Haltebügel für die Dacheindeckungen: Pfanne/Ziegel, Pfanne/Ziegel höhenverstellbar und Schiefer.

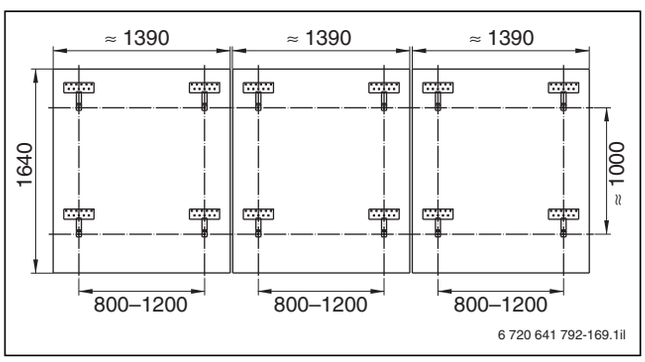


Bild 250 Platzierung der Haltebügel für einen oder mehrere VK 230-1 nebeneinander (Maße in mm)

8.4.4 Flachdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

Die Flachdachmontage ist für ebene Dächer vorgesehen. Mit bauseitiger Befestigung ist die Montage auch auf leicht geneigten Dächern (bis 20°) möglich. Je Kollektor werden 2 Flachdachständer mit je 2 Betonplatten verwendet.

Bei Flachdächern mit Kieselschüttung muss die Stellfläche für Betonplatten von Kies freigemacht werden.

Für Flachdächer mit Kunststoff-Dachbahnen sind Bautenschutzmatten unter den Betonplatten erforderlich (→ Bild 251, [1]).

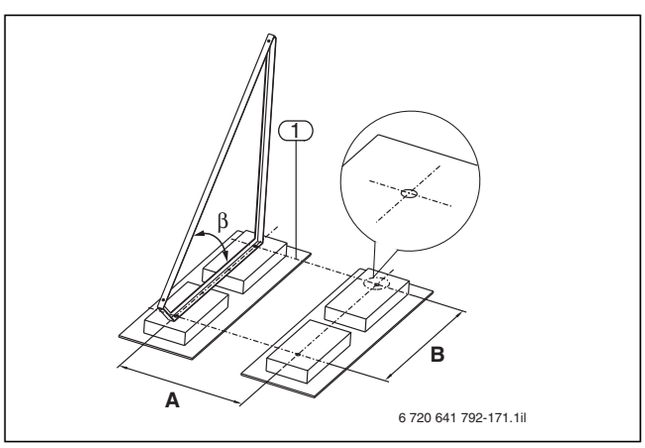


Bild 251 Flachdachständer mit Betonplatten

[1] Bautenschutzmatten für Flachdächer mit Kunststoff-Dachbahnen

Vakuumröhrenkollektor	Abstände Betonplatten in m		
	Maß A	Maß B	
		β = 30°	β = 45°
VK 140-1	0,55	1,225	0,915
VK 280-1	1,100	1,225	0,915

Tab. 114 Abstände der Betonplatten bei Verwendung von Flachdachständern

Gewichte Flachdachständer

Bei der Ermittlung der Dachlasten können folgende Gewichte zugrunde gelegt werden:

- Flachdachmontage-Set 30°: 21,5 kg
- Flachdachmontage-Set 45°: 22,2 kg
- Vakuumröhrenkollektoren:
  - VK 140-1: 24,1 kg
  - VK 280-1: 45,2 kg

Gewichte Betonplatten

Windgeschwindigkeit in [km/h]	Staudruck in [kN/m2]	Mindestgewicht jeder Betonplatte (2 Stück je Winkelrahmen) in [kg]	
		VK 140-1	VK 280-1
bis 102	0,5	47,5	95
bis 129	0,8	77,5	155

Tab. 115 Erforderliches Gewicht der Betonplatten bei Verwendung von Flachdachständern, VK 140-1 und VK 280-1

8.4.5 Flachdachmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 230-1

Der Vakuumröhrenkollektor VK 230-1 ist aufgrund seiner Konstruktion nur für die liegende Montage auf Flachdächern geeignet. Je Kollektor werden dafür 2 Auflageschienen verwendet, die mit je 2 Betonplatten oder gegebenenfalls einer Unterkonstruktion verschraubt werden.

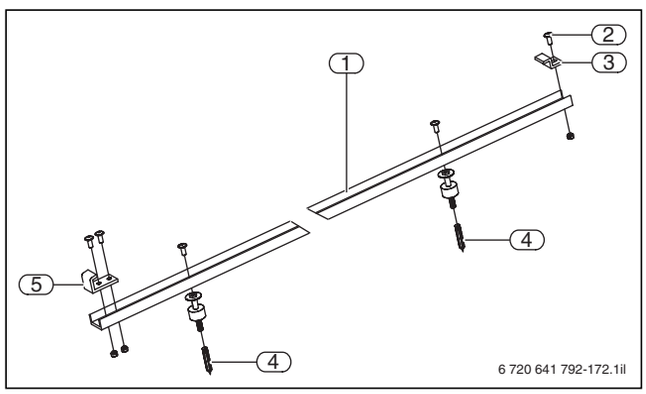


Bild 252 Flachmontage VK 230-1

[1] Auflageschiene vormontiert, Alu L = 1647 mm
[2] Linsenschraube M8 × 20
[3] Haltekralle oben
[4] Sechskantschraube mit Dübel und Abdichtscheibe
[5] Haltekralle unten vormontiert

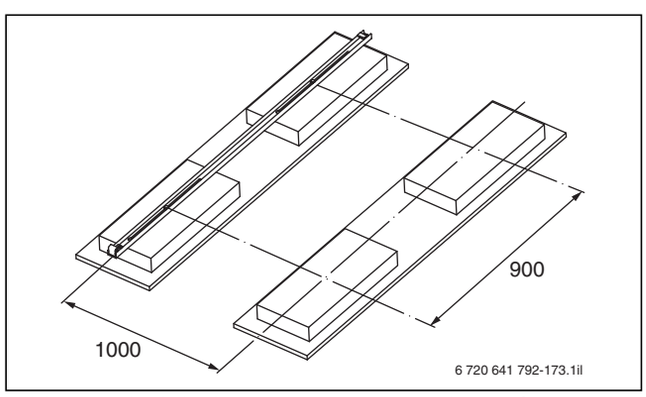


Bild 253 Flachdachmontage mit Betonplatten für einen VK 230-1 (Maße in mm)

Gewichte Betonplatten

Windgeschwindigkeit in [km/h]	Staudruck in [kN/m2]	Mindestgewicht jeder Betonplatte (2 Stück je Schiene) in [kg
102	0,5	37,5
129	0,8	67,5

Tab. 116 Erforderliches Gewicht der Betonplatten bei Verwendung von Flachdachständern, VK 230-1

8.4.6 Fassadenmontage für Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1

Die Vakuumröhrenkollektoren VK 140-1 und VK 280-1 können mit Flachdachständern mit 45°- oder 60°-Neigung an der Fassade montiert werden.

Die senkrechte Montage ist mit einem Überdachmontage-Set möglich. Die Fassade muss ausreichend tragfähig sein. Für den jeweiligen Wandaufbau sind geeignete Schrauben und Dübel zu wählen (nicht im Lieferumfang). Der Sammler ist prinzipiell oben zu montieren.

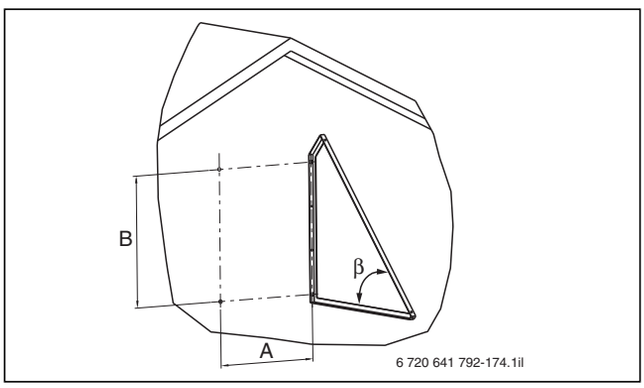


Bild 254 Fassadenmontage mit Flachdachständern

Vakuumröhrenkollektor	Abstände der Bohrungen in m		
	Maß A	Maß B	
		β = 60°	β = 45°
VK 140-1	0,55	1,225	0,915
VK 280-1	1,100	1,225	0,915

Tab. 117 Abstände der Bohrungen bei Fassadenmontage mit Flachdachständern

Der Vakuumröhrenkollektor VK 230-1 ist nicht für die Montage an der Fassade geeignet. Aufgrund der speziellen Kollektorkonstruktion für liegende Montage und des ungünstigen Neigungswinkels kommt es zu einer zu hohen Leistungsreduzierung.

8.5 Blitzschutz und Potentialausgleich für thermische Solaranlagen

Notwendigkeit eines Blitzschutzes

Die Notwendigkeit eines Blitzschutzes wird in den Landesbauordnungen definiert. Häufig wird der Blitzschutz für Gebäude gefordert, die

- Eine Gebäudehöhe von 20 m überschreiten
- Die umgebenden Gebäude deutlich überragen
- Sehr wertvoll sind (Denkmäler)
- Bei einem Blitzeinschlag eine Panik auslösen könnten (Schulen usw.)

Wenn sich eine Solaranlage auf einem Gebäude mit hohem Schutzziel (z. B. Hochhaus, Krankenhaus, Versammlungsstätten und Verkaufsstätten) befindet, sollte mit einem Blitzschutzexperten und/oder Gebäudebetreiber die Blitzschutzanforderungen besprochen werden. Dieses Gespräch sollte schon in der Planungsphase der Solaranlage stattfinden.

Da Solaranlagen – außer in Sonderfällen – den Dachfirst nicht überragen, ist die Wahrscheinlichkeit eines direkten Blitzeinschlags für ein Wohnhaus gemäß DIN VDE 0185-100 mit Solaranlage oder ohne gleich groß.

Potentialausgleich für die Solaranlage

Unabhängig davon, ob eine Blitzschutzanlage vorhanden ist, muss grundsätzlich der Vor- und Rücklauf der Solaranlage mit einem Kupferkabel von mindestens 6 mm^2 an der Potentialausgleichsschiene geerdet werden.

Wenn eine Blitzschutzanlage vorhanden ist, muss festgestellt werden, ob Kollektor und Montagesystem sich außerhalb des Schutzraums der Blitzfangeinrichtung befinden. Wenn das zutrifft, muss ein Elektrofachbetrieb die Solaranlage in die bestehende Blitzschutzanlage elektrisch einbinden. Hier sollten elektrisch leitende Teile des Solarkreises mit einem Kupferkabel von mindestens 6 mm^2 an der Potentialausgleichsschiene geerdet werden.

8.6 Vorschriften und Richtlinien für die Planung einer Sonnenkollektoranlage

Die hier aufgeführten Vorschriften sind nur eine Auswahl ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Montage und Erstinbetriebnahme muss von einem Fachbetrieb ausgeführt werden. Bei allen Montagearbeiten auf dem Dach sind geeignete Maßnahmen zum Unfallschutz zu treffen. Die Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten!

Für die praktische Ausführung gelten die einschlägigen Regeln der Technik. Die Sicherheitseinrichtungen sind nach den örtlichen Vorschriften auszuführen. Bei Aufbau und Betrieb einer Sonnenkollektoranlage sind außerdem die Bestimmungen der jeweiligen Landesbauordnung, die Festlegungen zum Denkmalschutz und gegebenenfalls örtliche Bauauflagen zu beachten.

Regeln der Technik für die Installation von thermischen Solaranlagen

Vorschrift	Bezeichnung
Montage auf Dächern	
DIN 18338	VOB[1]; Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten
DIN 18339	VOB[1]; Klempnerarbeiten
DIN 18451	VOB[1]; Gerüstarbeiten
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
Anschluss von thermischen Solaranlagen	
DIN EN 12975-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kollektoren – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung
DIN EN 12976-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Vorgefertigte Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung
DIN V ENV 12977-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung
VDI 6002	Solare Großanlagen für Trinkwassererwärmung
Installation und Ausrüstung von Wassererwärmern	
DIN 1988	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)
DIN 4753-1	Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser; Anforderungen, Kennzeichnung, Ausrüstung und Prüfung
DIN 18380	VOB[1]; Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN 18381	VOB[1]; Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsarbeiten innerhalb von Gebäuden
DIN 18421	VOB[1]; Dämmarbeiten an technischen Anlagen
AVB[2]	Wasser
DVGW W 551	Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
Elektrischer Anschluss	
DIN VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN VDE 0185	Blitzschutzanlage
VDE 0190	Hauptpotenzialausgleich von elektrischen Anlagen
DIN VDE 0855	Antennenanlagen – ist sinngemäß anzuwenden –
DIN 18382	VOB[1]; Elektrische Kabel- und Leitungsanlagen in Gebäuden

Tab. 118 Wichtige Normen, Vorschriften und EG-Richtlinien für die Installation von Sonnenkollektoranlagen

1) VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)

2) Ausschreibungsvorlagen für Bauleistungen im Hochbau unter besonderer Berücksichtigung des Wohnungsbaus

9 Anhang

9.1 Fax-Kopiervorlage „Solaranfrage Ein- und Zweifamilienhaus“

Checkliste Solarthermie

Senden an Fax-Nr.: 01803/337-321
Seite 1/2 Ausgabe 04/2011

Ansprechpartner _____ Datum _____

Objekt / Bauvorhaben*

Name _____
Straße/Nr. _____ PLZ/Ort _____
Telefon _____ Fax/E-Mail _____

Ausführende Firma

Name* _____ Kunden-Nr. _____
Straße/Nr. _____ PLZ/Ort _____
Telefon* _____ Fax/E-Mail* _____

Gebäudetyp

☐ Einfamilienhaus
☐ Mehrfamilienhaus mit _____ Wohnungen
(Bitte Angaben zur Personenanzahl, zur Bäder-anzahl und Ausstattung im Hinweisfeld erfassen)
☐ Hotel/Pension mit EZ _____ DZ _____

☐ Sportheim/Turnhalle ☐ Sonstiges
Anzahl Duschen / Zapfstellen _____
Nutzungsart _____
Nutzungszeitraum von _____ bis _____ Uhr
Anzahl der Nutzer/Tag _____
Warmwasserbedarf (geplant) _____

Anwendung*

☐ Trinkwassererwärmung
☐ Trinkwasser/Schwimmbad
☐ Trinkwasser/Raumheizung
☐ Trinkwasser/Raumheizung/Schwimmbad

Bedachungsmaterial*

☐ Dachpfanne ☐ Biberschwanz ☐ Well-/Blechdach ☐ Schiefer/Schindel ☐ Kiesdach

Kollektortyp

☐ FCC (nur für WW) ☐ FKC ☐ FKT ☐ VK 140 ☐ VK 230 ☐ VK 280

☐ andere _____ ☐ senkrecht ☐ waagerecht ☐ liegend (nur VK 230)

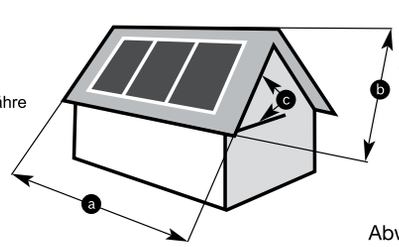
Montageart*

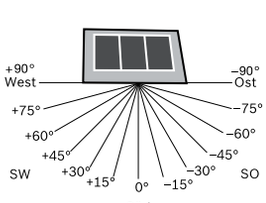
☐ Aufdach ☐ Indach ☐ Freiaufstellung ☐ Fassade (45-60°) ☐ Fassade, vertikal (nur VK 140/280)

Dachfläche/Ausrichtung Kollektorfläche*

Zur Verfügung stehende Dachfläche:
(a) _____ m x (b) _____ m
Dachneigung: (c) _____ Grad

Bitte markieren Sie in der rechten Grafik die ungefähre Abweichung der Kollektorausrichtung von der Südachse mit einem Kreis





Abweichung Südachse: _____ °

* Pflichtfelder müssen ausgefüllt werden

6 720 800 516-106.1O

Checkliste Solarthermie

Senden an Fax-Nr.: 01803/337-321
Seite 2/2 Ausgabe 04/2011

Angaben zur Warmwassererwärmung

Warmwasser für:* _____ Personen

Warmwasserbedarf pro Tag und Person: ☐ 40 l (mittel) ☐ 60 l (hoch) ☐ Freie Angabe _____

Nachheizung erfolgt mit:* ☐ Öl ☐ Gas ☐ Strom ☐ Biomasse ☐ Fernwärme

Brennerleistung: _____kW

Leitungslänge Kollektor-Solarspeicher (einfache Länge):* _____ m

Warmwasserzirkulationsleitung:* ☐ nein ☐ ja _____m Länge Zirk.-Betrieb ____ h/Tag

Angaben zur Heizungsanlage

Nachheizung erfolgt mit:* ☐ neuem JU-Gerät ☐ vorhandenem JU-Gerät ☐ Fremdgerät

Gerätetyp und Baureihe* _____

Gewünschte Regelung der Solaranlage: ☐ über Fx-Regler ☐ über Autark-Regler (z.B. TDS 300)

Wärmebedarf/Heizlast:* _____kW

Spez. Wärmebedarf: _____W/m² beheizte Wohnfläche _____m²

Heizsystem*	☐ Fußbodenheizung	☐ Radiatoren
	Anteil _____ %	Anteil _____ %
	max. Vorlauftemp. _____°C	max. Vorlauftemp. _____°C
	max. Rücklauftemp. _____°C	max. Rücklauftemp. _____°C

Anzahl der Heizkreise _____

Angaben zur Schwimmbaderwärmung *(nur ausfüllen, wenn eine Schwimmbaderwärmung geplant ist)*

☐ Freibad* ☐ mit Abdeckung Art der Abdeckung: transparent ☐ nicht transparent ☐
Abdeckzeiten (von/bis) _____
☐ mit Nachheizung
☐ mit Windschutz

☐ Hallenbad* ☐ mit Abdeckung Abdeckzeiten (von/bis) _____
☐ mit Nachheizung
Raumtemperatur ____°C Rel. Luftfeuchte _____ %

Schwimmbad – Wasseroberfläche:* ☐ Runde Durchmesser Ø _____ m Beckentiefe _____ m
☐ Eckige L x B _____ m x _____ m Beckentiefe _____ m

Betrieb:* Start _____ Ende _____ Anzahl Badegäste: _____ Personen/Tag

Gewünschte Schwimmbadtemperatur:*
_____ °C Max. Temperatur _____ °C

Frischwasserzulauf: _____l/Tag

Hinweise:

*Pflichtfelder müssen ausgefüllt werden

6 720 800 516-107.1O

9.2 Übergabe, Inspektion und Wartung

Nach Erstellung, Inbetriebnahme und Einweisung des Kunden in die Solaranlage ist es sinnvoll, mit dem Kunden ein Übergabeprotokoll zu erstellen. In diesem Dokument werden die Anlagenkomponenten, Istzustände und Einstellungen dokumentiert. Die Unterschriften beider Parteien bestätigen die fehlerfreie Funktion der Solaranlage.

Durch regelmäßige Überprüfungen von thermischen Solaranlagen kann die Erhaltung des Wirkungsgrades und der Betriebssicherheit sicher gestellt werden. Es wird zwischen Inspektion (jährlich) und Wartung (alle 3...5 Jahre) unterschieden, je nach Intervall und Umfang der Arbeiten. Wir empfehlen, einen Wartungs- und Inspektionsvertrag für die Solaranlage abzuschließen.

Des Weiteren empfehlen wir eine erste Inspektion nach den ersten Betriebswochen durchzuführen. Dabei sind die Funktionen der Anlage zu prüfen. Diese Nachkontrolle oder Erstinspektion sollte bei der Kalkulation der Dienstleistung Solaranlage mit beachtet werden.

In das Übergabe- oder Inspektions- und Wartungsprotokoll werden die wesentlichen Anlagenparameter eingetragen. Problematische Veränderungen (Betriebsdruck, pH-Wert) sind beim Abgleich der Protokolle direkt erkennbar.

Wenn der Warmwasserspeicher nicht in dem Wartungs- und Inspektionsvertrag der Heizungsanlage enthalten ist, sollte dieser alle zwei Jahre gewartet werden.

Passende Protokollvorlagen sind in Kapitel 9.5, Seite 198 und Kapitel 9.6, Seite 206 als Kopiervorlage enthalten.

9.2.1 Inspektionsarbeiten

Bei der jährlichen Inspektion sollten die folgenden Punkte geprüft und dokumentiert werden:

- Anlagenbetriebsdruck prüfen und mit dem bei der Auslegung der Anlage festgelegten Druck vergleichen, gegebenenfalls Druck anpassen
- Frostschutz und pH-Wert prüfen
- Pumpe auf Funktion prüfen
- Einstellung und Funktion des Durchflussbegrenzers prüfen
- Automatischen Entlüfter, wenn vorhanden, prüfen
- Schwerkraftbremsen betätigen und auf Funktion prüfen
- Funktion des Trinkwassermischers prüfen
- Funktionsprüfung des Solarreglers mit Fühlerkontrolle
- Ausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil prüfen
- Alle Mess- und Prüfwerte im Protokoll (Kapitel 9.6, Seite 206) eintragen

9.2.2 Wartungen

Alle 3...5 Jahre sollte eine große Inspektion oder auch Wartung durchgeführt werden. Zusätzlich zu den Arbeiten der Inspektion empfehlen wir die nachfolgend aufgeführten Arbeiten durchzuführen.

- Sichtprüfung aller Armaturen, Verbindungen und Anschlüsse
- Sichtprüfung der Kollektoren inklusive Befestigung
- Sichtprüfung der Dämmung der Solarleitung und der Fühlerleitung

9.3 Kurzanleitung zur hydraulischen Dimensionierung einer Solaranlage

Im Kapitel 7.7, Seite 140 wurde anhand verschiedener Beispiele die hydraulische Auslegung einer Solaranlage ausführlich beschrieben. In diesem Abschnitt wird anhand einer kurzen Anleitung der Gebrauch des folgenden Formblatts zur Dimensionierung erklärt.

- ▶ Der Nennvolumenstrom für das Kollektorfeld wird ermittelt. Die Vorgehensweise wird in Kapitel 7.7.1, Seite 109 beschrieben. Den ermittelten Wert im Formblatt unter Punkt 1 eingetragen.
- ▶ Mit Hilfe des Nennvolumenstroms die Druckverluste einzelner Bauteile und der Rohrleitung ermitteln und im Formblatt eingetragen (Punkt 2.1. bis 2.9.). Berechnet wird der Widerstand des hydraulisch ungünstigsten Verbrauchers.
- ▶ Nachdem alle Widerstände oder Druckverluste ermittelt wurden, werden die Einzelwiderstände zum Gesamtdruckverlust aufaddiert (Punkt 2.10.).
- ▶ Unter Punkt 3 wird die Dimensionierung überprüft. Dazu muss zunächst eine Solarrohrgruppe (AGS...) ausgewählt werden (→ Bild 181, Seite 148). Mit dem Nennvolumenstrom, dem Wert aus Zeile 1.1. im Formular (→ Kapitel 9.4, Seite 197), wird die Pumpengruppe ausgewählt und der Restförderdruck der Gruppe ermittelt. Diesen Restförderdruck im Formblatt unter Punkt 3.1. eingetragen. Anschließend den Gesamtdruckverlust der Hydraulik (Punkt 2.10.) in Zeile 3.2 eingetragen.
- ▶ Um die Funktionalität der Dimensionierung zu prüfen, ist die Differenz aus Zeile 3.1. und 3.2. zu errechnen.
- ▶ Wenn das Ergebnis in Zeile 3.3. positiv ist, ist die Anlagenhydraulik funktionsfähig. Wenn ein negatives Ergebnis (Beispiel: –20 mbar) errechnet wird, ist die Berechnung zu überprüfen. Eventuell muss ein größerer Rohrdurchmesser gewählt werden.
- ▶ Wenn das Ergebnis positiv ist, sollte das Formblatt unterschrieben werden und dem Betreiber mit den Anlagendokumenten übergeben werden. Wir empfehlen, eine Kopie in der Kundendatei abzulegen.

9.4 Formblatt zur Überprüfung der hydraulischen Dimensionierung einer Solaranlage

Firma	
Planer	
Straße / Hausnummer	
PLZ / Ort	
Bauvorhaben	
Bauherren	
Straße / Hausnummer	
PLZ / Ort	

1.	**Volumenstrom**	**Seite / Kapitel**	**in [l/min]**
1.1.	Kollektorfeld	Volumenstromermittlung; (→ Kapitel 7.7.1, Seite 140)	
2.	**Druckverlustart**	**Seite / Kapitel**	**Druckverlust in [mbar]**
2.1.	Kollektoren	Druckverlust der Flachkollektoren ermitteln; (→ Kapitel 7.7.2 Seite 141)	
		Druckverlust der Vakuumröhrenkollektoren ermitteln; (→ Bild 180, Seite 144)	
2.2.	Solar-Entlüfter	Druckverlust ELT 2 für Vakuumröhrenkollektoren ermitteln; (→ Bild 123, Seite 99)	
		Druckverlust ELT 5 / 6 für Flachkollektoren ermitteln; (→ Bild 125, Seite 99)	
2.3.	Rohrleitung	Druckverlust der Rohrleitung ermitteln; (→ Tabelle 78, Seite 145)	
2.4.	Einzelwiderstände Bögen	Druckverlust der Rohrleitung x 30 % (wenig Bogen)	
		Druckverlust der Rohrleitung x 50 % (viele Bogen)	
2.5.	Wärmetauscher im Warmwasser-speicher	Druckverlust des Warmwasser-WT ermitteln; (→ Tabelle 81, Seite 147)	
2.6.	Wärmetauscher im Pufferspeicher	Druckverlust des Puffer-WT ermitteln; (→ Tabelle 81, Seite 147)	
2.7.	3-Wege-Ventil 1 / 2 Verbraucher	Druckverlust SBU zum Umschalten zwischen erstem und zweiten Verbraucher ermitteln; (→ DWU, Bild 91, Seite 86)	
		Druckverlust UV 1 zum Umschalten zwischen erstem und zweiten Verbraucher ermitteln; (→ Bild 84, Seite 84)	
		Druckverlust DWU zum Umschalten zwischen erstem und zweiten Verbraucher ermitteln; (→ DWU, Bild 91, Seite 86)	
2.8.	Schwimmbad-Wärmetauscher	Druckverlust SWT 6 / 10 ermitteln; (→ Tabelle 38, Seite 95)	
2.9.	Wärmemengenzähler	Druckverlust WMZ 1.2 ermitteln; (→ Bild 128, Seite 100)	
2.10.	Gesamtdruckverlust Solaranlage		
3.	**Überprüfung der Dimensionierung**		
3.1.	Restförderdruck Pumpengruppe AGS...	Bild 181, Seite 148	
3.2.	Gesamtdruckverlust Solaranlage	Wert aus Zeile 2.10.	
3.3.	Ergebnis	Zeile 3.1. - 3.2.;	
		Ergebnis positiv > hydraulische Dimensionierung ok	
		Ergebnis negativ > hydraulische Dimensionierung nicht ok	

bitte Zutreffendes ankreuzen

Datum	Unterschrift Planer

9.5 Wärmeträgerflüssigkeit

EG - SICHERHEITSDATENBLATT

gem. 91/155/EG; 2001/58/EG

Überarbeitet am 25.02.04 Druckdatum: 25.02.04 Blatt 01 von 04

1. Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

Handelsname: **TYFOCOR® L –Fertigmischung (45.3 Vol.-%, Kälteschutz –30 °C)**

Firma: TYFOROP Chemie GmbH, Anton-Rée-Weg 7, D - 20537 Hamburg
Tel.: ++49 (0)40 -20 94 97-0; Fax: -61 52 99; e-mail: info@tyfo.de

Notfallauskunft: Tel.: ++49 (0)40 -20 94 97-0

2. Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen

Chemische Charakterisierung

Inhibierte, 45.3 vol.-%ige wäßrige Propylenglykol-Lösung. CAS-Nr.: 57-55-6

3. Mögliche Gefahren

| **Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt:** Keine besonderen Gefahren bekannt

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise: Verunreinigte Kleidung entfernen.

| **Nach Einatmen:** Bei Beschwerden nach Einatmen von Dampf/Aerosol: Frischluft, Arzthilfe.

Nach Hautkontakt: Mit Wasser und Seife abwaschen.

Nach Augenkontakt: Mindestens 15 Minuten bei gespreizten Lidern unter fließendem Wasser gründlich ausspülen.

Nach Verschlucken: Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken.

Hinweise für den Arzt: Symptomatische Behandlung (Dekontamination, Vitalfunktionen), kein spezifisches Antidot bekannt.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Geeignete Löschmittel: TYFOCOR® L-Fertiggemisch ist nicht brennbar. Zum Löschen von Umgebungsbränden sind Sprühwasser, Trockenlöschmittel, alkoholbeständiger Schaum sowie Kohlendioxid geeignet.

| **Besondere Gefährdungen:** gesundheitsschädliche Dämpfe. Entwicklung von Rauch/Nebel. Die genannten Stoffe/Stoffgruppen können bei einem Brand freigesetzt werden.

Besondere Schutzausrüstung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

| **Weitere Angaben:** Gefährdung hängt von den verbrennenden Stoffen und den Brandbedingungen ab. Kontaminiertes Löschwasser muß entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

6 720 604 801-41.2O

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen:	Persönliche Schutzkleidung verwenden.
Umweltschutzmaßnahmen:	Verunreinigtes Wasser/Löschwasser zurückhalten. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.
Verfahren zur Reinigung/Aufnahme:	Ausgelaufenes Material eindämmen und mit großen Mengen Sand, Erde oder anderem absorbierenden Material abdecken; dann zur Förderung der Absorption kräftig zusammenkehren. Das Gemisch in Behälter oder Plastiksäcke füllen und der Entsorgung zuführen. Kleine Mengen (Spritzer) mit viel Wasser fortspülen. Für große Mengen: Produkt abpumpen, sammeln und der Entsorgung zuführen. Bei größeren Mengen, die in die Drainage oder Gewässer laufen könnten, zuständige Wasserbehörde informieren.

7. Handhabung und Lagerung

Handhabung:	Gute Belüftung am Arbeitsplatz, sonst keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
Brand- u. Explosionsschutz:	Keine außergewöhnlichen Maßnahmen erforderlich. Durch Hitze gefährdete Behälter mit Wasser kühlen.
Lagerung:	Behälter dicht geschlossen an einem trockenen Ort aufbewahren. Verzinkte Behälter sind zur Lagerung nicht zu verwenden.

8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstungen

Persönliche Schutzausrüstung

Atemschutz:	Atemschutz bei Freisetzung von Dämpfen/Aerosolen.
Handschutz:	Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe (EN 374) empfohlen: Nitrilkautschuk (NBR) Schutzindex 6. Wegen großer Typenvielfalt sind die Gebrauchsanweisungen der Hersteller zu beachten.
Augenschutz:	Schutzbrille mit Seitenschutz (Gestellbrille) (EN 166)
Allgemeine Schutz- u. Hygienemaßnahmen:	Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Form:	flüssig	
Farbe:	farblos	
Geruch:	nahezu geruchlos	
pH-Wert (20 °C):	7.5 - 8.5	(ASTM D 1287)
Kälteschutz:	ca. -30 °C	
Erstarrungstemperatur:	ca. -34 °C	(DIN 51583)
Siedetemperatur:	> 100 °C	(ASTM D 1120)

6 720 604 801-42.2O

9. Physikalische und chemische Eigenschaften (Fortsetzung)

Flammpunkt:	nicht anwendbar	(DIN 51758)
Untere Explosionsgrenze:	2.6 Vol.-%	(Angabe für Propylenglykol)
Obere Explosionsgrenze:	12.6 Vol.-%	(Angabe für Propylenglykol)
Zündtemperatur:	nicht anwendbar	(DIN 51794)
Dampfdruck (20° C):	ca. 2 mbar	
Dichte (20 °C):	ca. 1.043 g/cm^3	(DIN 51757)
Löslichkeit in Wasser:	vollständig löslich	
Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln:	löslich in polaren Lösungsmitteln	
Viskosität (kinematisch, 20 °C):	ca. 5.22 mm^2/s	(DIN 51562)

10. Stabilität und Reaktivität

Zu vermeidende Stoffe: Starke Oxidationsmittel.

| **Gefährliche Reaktionen:** Keine gefährlichen Reaktionen, wenn die Vorschriften/ Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

| **Gefährliche Zersetzungsprodukte:** Keine gefährlichen Zersetzungsprodukte, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

11. Angaben zur Toxikologie

LD_{50}/oral/Ratte: >2000 mg/kg
| Primäre Hautreizung/Kaninchen: Nicht reizend (OECD-Richtlinie 404).
| Primäre Schleimhautreizungen/Kaninchen: Nicht reizend (OECD-Richtlinie 405).

| **Zusätzliche Hinweise:** Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussage ist von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

12. Angaben zur Ökologie

| **Ökotoxizität:** Fischtoxizität: Oncorhynchus mykiss/LC50 (96 h): > 100 mg/l
Aquatische Invertebraten: EC50 (48 h): > 100 mg/l
Wasserpflanzen: EC50 (72 h): > 100 mg/l
Mikroorganismen/Wirkung auf Belebtschlamm: DEV-L2 > 1000 mg/l. Bei sachgemäßer Einleitung geringer Konzentrationen in adaptierte biologische Kläranlagen sind Störungen der Abbauaktivität von Belebtschlamm nicht zu erwarten.

| **Beurteilung aquatische Toxizität:** Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussage ist von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

| **Persistenz und Abbaubarkeit:** Angaben zur Elimination:
Versuchsmethode OECD 301A (neue Version)
Analysenmethode: DOC-Abnahme
Eliminationsgrad: > 70 %
Bewertung: leicht biologisch abbaubar.

| **Zusätzliche Hinweise:** Sonstige ökotoxikologische Hinweise: Produkt nicht ohne Vorbehandlung in Gewässer gelangen lassen.

6 720 604 801-43.2O

13. Hinweise zur Entsorgung

TYFOCOR® L –Fertiggemisch muß unter Beachtung der örtlichen Vorschriften z. B. einer geeigneten Deponie oder einer geeigneten Verbrennungsanlage zugeführt werden. Bei Mengen unter 100 l mit der örtlichen Stadtreinigung bzw. mit dem Umweltmobil in Verbindung setzen.

Ungereinigte Verpackung: Nicht kontaminierte Verpackungen können wieder verwendet werden. Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Stoff zu entsorgen.

14. Angaben zum Transport

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften.

| (ADR RID ADNR IMDG/GGVSee ICAO/IATA)

15. Vorschriften

| **Vorschriften der Europäischen Union (Kennzeichnung) / Nationale Vorschriften:**

Nicht kennzeichnungspflichtig.

Sonstige Vorschriften: Wassergefährdungsklasse WGK 1: schwach wassergefährdend (Deutschland, VwVwS vom 17.05.1999).

16. Sonstige Angaben

Alle Angaben, die sich im Vergleich zur vorangegangenen Ausgabe geändert haben, sind durch einen senkrechten Strich am linken Rand der betreffenden Passage gekennzeichnet. Ältere Ausgaben verlieren damit ihre Gültigkeit.

Das Sicherheitsdatenblatt ist dazu bestimmt, die beim Umgang mit chemischen Stoffen und Zubereitungen wesentlichen physikalischen, sicherheitstechnischen, toxikologischen u. ökologischen Daten zu vermitteln, sowie Empfehlungen für den sicheren Umgang bzw. Lagerung, Handhabung und Transport zu geben. Eine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Verwendung dieser Information oder dem Gebrauch, der Anwendung, Anpassung oder Verarbeitung der hierin beschriebenen Produkte ist ausgeschlossen. Dies gilt nicht, soweit wir, unsere gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit zwingend haften. Die Haftung für mittelbare Schäden ist ausgeschlossen.

Diese Angaben sind nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt und entsprechen unserem aktuellen Kenntnisstand. Sie enthalten keine Zusicherung von Produkteigenschaften.

Datenblatt ausstellender Bereich: Abt. AT, Tel.: ++49 (0)40 -20 94 97-0

6 720 604 801-44.2O

EG - SICHERHEITSDATENBLATT

gem. 91/155/EG; 2001/58/EG

Überarbeitet am 09.02.04 Druckdatum: 09.02.04 Blatt 01 von 04

1. Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

Handelsname: **TYFOCOR® LS –Fertigmischung, Kälteschutz bis –28 °C**

Firma: TYFOROP Chemie GmbH, Anton-Rée-Weg 7, D - 20537 Hamburg
Tel.: ++49 (0)40 -20 94 97-0; Fax: -61 52 99; e-mail: info@tyfo.de

Notfallauskunft: Tel.: ++49 (0)40 -20 94 97-0

2. Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen

Chemische Charakterisierung

Wässrige Lösung von 1,2-Propylenglykol mit Korrosionsinhibitoren. CAS-Nr.: 57-55-6

3. Mögliche Gefahren

| **Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt:** Keine besonderen Gefahren bekannt

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise: Verunreinigte Kleidung entfernen.

| **Nach Einatmen:** Bei Beschwerden nach Einatmen von Dampf/Aerosol: Frischluft, Arzthilfe.

Nach Hautkontakt: Mit Wasser und Seife abwaschen.

Nach Augenkontakt: Mindestens 15 Minuten bei gespreizten Lidern unter fließendem Wasser gründlich ausspülen.

Nach Verschlucken: Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken.

Hinweise für den Arzt: Symptomatische Behandlung (Dekontamination, Vitalfunktionen), kein spezifisches Antidot bekannt.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

| **Geeignete Löschmittel:** Das Produkt ist nicht brennbar. Zur Bekämpfung von Umgebungsbränden sind Sprühwasser, Trockenlöschmittel, alkoholbeständiger Schaum sowie Kohlendioxid (CO_2) geeignet.

| **Besondere Gefährdungen:** Gesundheitsschädliche Dämpfe. Entwicklung von Rauch/Nebel. Die genannten Stoffe/Stoffgruppen können bei einem Brand freigesetzt werden.

Besondere Schutzausrüstung: Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

| **Weitere Angaben:** Gefährdung hängt von den verbrennenden Stoffen und den Brandbedingungen ab. Kontaminiertes Löschwasser muß entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

6 720 611 534-90.2O

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen:	Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
Umweltschutzmaßnahmen:	Verunreinigtes Wasser/Löschwasser zurückhalten. Darf nicht ohne Vorbehandlung (biologische Kläranlage) in Gewässer gelangen
Verfahren zur Reinigung/Aufnahme:	Ausgelaufenes Material eindämmen u. mit großen Mengen Sand, Erde oder anderem absorbierenden Material abdecken; dann zur Förderung der Absorption kräftig zusammenkehren. Das Gemisch in Behälter oder Plastiksäcke füllen und der Entsorgung zuführen. Kleine Mengen (Spritzer) mit viel Wasser fortspülen. Für große Mengen: Produkt abpumpen, sammeln und der Entsorgung zuführen. Bei größeren Mengen, die in die Drainage oder Gewässer laufen könnten, zuständige Wasserbehörde informieren.

7. Handhabung und Lagerung

Handhabung:	Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
Brand- u. Explosionsschutz:	Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
Lagerung:	Behälter dicht geschlossen an einem trockenen Ort aufbewahren. Verzinkte Behälter sind zur Lagerung nicht zu verwenden.

8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstungen

Persönliche Schutzausrüstung

Atemschutz:	Atemschutz bei Freisetzung von Dämpfen/Aerosolen.
Handschutz:	Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe (EN 374). Empfohlen: Nitrilkautschuk (NBR) Schutzindex 6. Wegen großer Typenvielfalt sind die Gebrauchsanweisungen der Hersteller zu beachten.
Augenschutz:	Schutzbrille mit Seitenschutz (Gestellbrille) (EN 166).
Allgemeine Schutz- u. Hygienemaßnahmen:	Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Form:	flüssig.	
Farbe:	rot-fluoreszierend.	
Geruch:	produktspezifisch.	
Eisflockenpunkt:	ca. -25 °C	(ASTM D 1177)
Erstarrungstemperatur:	ca. -31 °C	(DIN 51583)
Siedetemperatur:	>100 °C	(ASTM D 1120)
Flammpunkt:	entfällt	
Untere Explosionsgrenze:	2.6 Vol.-%	(Propylenglykol)
Obere Explosionsgrenze:	12.6 Vol.-%	(Propylenglykol)
Zündtemperatur:	entfällt	
Dampfdruck (20° C):	20 mbar	
Dichte (20 °C):	ca. 1.030 g/cm^3	(DIN 51757)
Löslichkeit in Wasser:	vollständig löslich	
Löslichkeit in anderen LM:	löslich in polaren Lösungsmitteln	
pH-Wert (20 °C):	9.0 - 10.5	(ASTM D 1287)
Viskosität (kinematisch, 20 °C):	ca. 5.0 mm^2/s	(DIN 51562)

6 720 611 534-91.2O

10. Stabilität und Reaktivität

Zu vermeidende Stoffe: Starke Oxidationsmittel.

| **Gefährliche Reaktionen:** Keine gefährlichen Reaktionen, wenn die Vorschriften/ Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

| **Gefährliche Zersetzungsprodukte:** Keine gefährlichen Zersetzungsprodukte, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

11. Angaben zur Toxikologie

LD50/oral/Ratte: >2000 mg/kg
| Primäre Hautreizung/Kaninchen: Nicht reizend (OECD-Richtlinie 404).
| Primäre Schleimhautreizungen/Kaninchen: Nicht reizend (OECD-Richtlinie 405).

| **Zusätzliche Hinweise:** Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussage ist von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

12. Angaben zur Ökologie

| **Ökotoxizität:** Fischtoxizität: Leuciscus idus/LC50 (96 h): >100 mg/l
Aquatische Invertebraten: EC50 (48 h): >100 mg/l
Wasserpflanzen: EC50 (72 h): >100 mg/l
Mikroorganismen/Wirkung auf Belebtschlamm: DEV-L2 >1000 mg/l. Bei sachgemäßer Einleitung geringer Konzentrationen in adaptierte biologische Kläranlagen sind Störungen der Abbauaktivität von Belebtschlamm nicht zu erwarten.

| **Beurteilung aquatische Toxizität:** Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussage ist von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

| **Persistenz und Abbaubarkeit:** Angaben zur Elimination:
Versuchsmethode OECD 301A (neue Version)
Analysenmethode: DOC-Abnahme
Eliminationsgrad: >70 %
Bewertung: leicht biologisch abbaubar.

13. Hinweise zur Entsorgung

TYFOCOR® LS muß unter Beachtung der örtlichen Vorschriften z. B. einer geeigneten Deponie oder einer geeigneten Verbrennungsanlage zugeführt werden. Bei Mengen unter 100 l mit der örtlichen Stadtreinigung bzw. mit dem Umweltmobil in Verbindung setzen.

Ungereinigte Verpackung: Nicht kontaminierte Verpackungen können wieder verwendet werden. Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Stoff zu entsorgen.

14. Angaben zum Transport

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften.

| (ADR RID ADNR IMDG/GGVSee ICAO/IATA)

6 720 611 534-90.2O

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Zertifikatinhaber	**Bosch Thermotechnik GmbH** **Junkersstraße 20 - 24** **73249 Wernau**
Herstellwerk	Aveiro Malu, Shanghai
Produkt	Sonnenkollektoren
Typ, Modell	Junkers FCC-2S
Prüfgrundlage(n)	DIN EN 12975-1:2011-01 DIN EN 12975-2:2006-06 CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 19.00 (2012-10)
Konformitätszeichen	
Registernummer	011-7S2182 F
Gültig bis	2017-08-31
Nutzungsrecht	Dieses Zertifikat berechtigt zum Führen des oben stehenden Konformitätszeichens in Verbindung mit der genannten Registernummer. Weitere Angaben siehe Anhang.

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-ZE-11125-01-00

2013-06-25
Dipl.-Wi.-Ing. (FH) Sören Scholz
Leiter der Zertifizierungsstelle

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH DIN CERTCO

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH · Alboinstraße 56 · D-12103 Berlin · www.dincertco.de

6 720 809 959-15.1T

9.6 Solar Keymark Zertifikate

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Zertifikatinhaber	**Bosch Thermotechnik GmbH** **Junkersstraße 20 - 24** **73249 Wernau**
Herstellwerk	Aveiro Malu, Shanghai
Produkt	Sonnenkollektoren
Typ, Modell	Junkers FCC-2S
Prüfgrundlage(n)	DIN EN 12975-1:2011-01 DIN EN 12975-2:2006-06 CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 19.00 (2012-10)
Konformitätszeichen	
Registernummer	011-7S2182 F
Gültig bis	2017-08-31
Nutzungsrecht	Dieses Zertifikat berechtigt zum Führen des oben stehenden Konformitätszeichens in Verbindung mit der genannten Registernummer. Weitere Angaben siehe Anhang.

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-ZE-11125-01-00

2013-06-25
Dipl.-Wi.-Ing. (FH) Sören Scholz
Leiter der Zertifizierungsstelle

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH · Alboinstraße 56 · D-12103 Berlin · www.dincertco.de

6 720 809 959-15.1T

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

DIN

ZERTIFIKAT

Der Firma

Bosch Thermotechnik GmbH
Junkersstraße 20 - 24
73249 Wernau

wird für das im Herstellwerk

Wettringen

hergestellte Produkt

Sonnenkollektoren

vom Typ

Junkers FKC-2S

die Konformität mit

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 11.04 (Stand: 2009-12)

bestätigt und das Nutzungsrecht für die Zeichen

in Verbindung mit der unten genannten Registernummer erteilt.

Registernummer: 011-7S1587 F

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2016-05-31.

Dieses Zertifikat ist in allen Punkten abhängig vom Zertifikat mit gleicher Registernummer von 2011-06-30.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-ZE-2460.99
Weitere Angaben siehe Anhang

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

2011-06-30
Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wi.-Ing. Sören Scholz
- Leiter der Zertifizierungsstelle -

6 720 800 516-121.1O

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Der Firma

Bosch Thermotechnik GmbH
Junkersstraße 20 - 24
73249 Wernau

wird für das im Herstellwerk

Wettringen

hergestellte Produkt

Sonnenkollektoren

vom Typ

Junkers FKC-2W

die Konformität mit

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 11.04 (Stand: 2009-12)

bestätigt und das Nutzungsrecht für die Zeichen

in Verbindung mit der unten genannten Registernummer erteilt.

Registernummer: 011-7S1719 F

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2016-11-30.

Dieses Zertifikat ist in allen Punkten abhängig vom Zertifikat mit gleicher Registernummer von 2011-11-08.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-ZE-2460.99
Weitere Angaben siehe Anhang

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

2011-11-08
Dipl.-Ing. Peter Suxdorf
- Geschäftsführer -

6720 800 516-177

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Zertifikatinhaber	**Bosch Thermotechnik GmbH** **Junkersstraße 20 - 24** **73249 Wernau**
Herstellwerk	Wettringen
Produkt	Sonnenkollektoren
Typ, Modell	Junkers FKT-2S
Prüfgrundlage(n)	DIN EN 12975-1:2011-01 DIN EN 12975-2:2006-06 CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 19.00 (2012-10)
Konformitätszeichen	
Registernummer	011-7S2080 F
Gültig bis	2018-06-30
Nutzungsrecht	Dieses Zertifikat berechtigt zum Führen des oben stehenden Konformitätszeichens in Verbindung mit der genannten Registernummer. Weitere Angaben siehe Anhang.

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-ZE-11125-01-00

2013-06-17
Dipl.-Wi.-Ing. (FH) Sören Scholz
Leiter der Zertifizierungsstelle

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

6 720 809 959-29.1T

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Zertifikatinhaber	**Bosch Thermotechnik GmbH** **Junkersstraße 20 - 24** **73249 Wernau**
Herstellwerk	Wettringen
Produkt	Sonnenkollektoren
Typ, Modell	Junkers FKT-2W
Prüfgrundlage(n)	DIN EN 12975-1:2011-01 DIN EN 12975-2:2006-06 CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 19.00 (2012-10)
Konformitätszeichen	
Registernummer	011-7S2073 F
Gültig bis	2018-07-31
Nutzungsrecht	Dieses Zertifikat berechtigt zum Führen des oben stehenden Konformitätszeichens in Verbindung mit der genannten Registernummer. Weitere Angaben siehe Anhang.

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-11125-01-00

2013-07-17
Dipl.-Ing. Peter Suxdorf
Geschäftsführer

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH DIN CERTCO

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH Alboinstraße 56 D-12103 Berlin www.dincertco.de

6 720 809 959-16.1T

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Der Firma

Bosch Thermotechnik GmbH
Junkersstraße 20 - 24
73249 Wernau

wird für das im Herstellwerk

Dettenhausen

hergestellte Produkt

Sonnenkollektoren

vom Typ

Junkers VK140-1, Junkers VK280-1

die Konformität mit

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 11.04 (Stand: 2009-12)

bestätigt und das Nutzungsrecht für die Zeichen

in Verbindung mit der unten genannten Registernummer erteilt.

Registernummer: 011-7S1502 R

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2016-04-30.

Dieses Zertifikat ist in allen Punkten abhängig vom Zertifikat mit gleicher Registernummer von 2011-05-16.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-ZE-2460.99
Weitere Angaben siehe Anhang

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

2011-05-16
Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wi.-Ing. Sören Scholz
- Leiter der Zertifizierungsstelle -

6 720 800 516-123.1O

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

ZERTIFIKAT

Der Firma

Bosch Thermotechnik GmbH
Junkersstraße 20 - 24
73249 Wernau

wird für das im Herstellwerk

Dettenhausen

hergestellte Produkt

Sonnenkollektoren

vom Typ

Junkers VK230-1

die Konformität mit

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte Version 11.04 (Stand: 2009-12)

bestätigt und das Nutzungsrecht für die Zeichen

in Verbindung mit der unten genannten Registernummer erteilt.

Registernummer: 011-7S1501 R

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2016-04-30.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-ZE-2460.99
Weitere Angaben siehe Anhang

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

GESELLSCHAFT FÜR KONFORMITÄTSBEWERTUNG MBH
DIN CERTCO

2011-04-27
Dipl.-Ing. Peter Suxdorf
- Geschäftsführer -

6 720 800 516-124.1O

Stichwortverzeichnis

A

Anlagenbeispiel TS
- Heizungsunterstützung 31

Anschlussleitungen 156
Antilegionellenschaltung 121
Auslegung
- Ausdehnungsgefäß 149, 151–152, 154
- Platzbedarf Fassadenmontage Flachkollektoren 132, 134
- Platzbedarf Fassadenmontage Vakuumröhrenkollektoren 132, 134
- Platzbedarf Flachdachmontage Flachkollektoren 130, 132
- Platzbedarf Flachdachmontage Vakuumröhrenkollektoren 130, 132
- Platzbedarf Überdach- und Indachmontage Flachkollektoren 126–127
- Platzbedarf Überdach- und Indachmontage Vakuumröhrenkollektoren 126–127
- Platzbedarf Überdach-Aufständerung Flachkollektoren 128–129
- Schwimmbadbeheizung 123
- Solaranlage Ein-/Zweifamilienhaus 111, 113–114, 116
- Solaranlage Mehrfamilienhaus 3 bis 5 WE 117
- Solaranlage Mehrfamilienhaus mit größeren Warmwasserverbräuchen 121
- Solarstation AGS 148

B

Bauseitige Sicherung
- Fassadenmontage Flachkollektoren 179
- Flachdachmontage Flachkollektoren 177–178
- Montageanleitung 186

C

Computersimulation (Auslegung Solaranlage) 110

D

Druckverlust
- Edelstahtwellrohr 146
- Kollektorreihe 141, 144
- Rohrleitungen 145
- Solarspeicher 147
- Solarstation AGS 148

DVGW W 551 (Verhinderung Legionellenwachstum) 108

E

Edelstahlwellrohr 146
Eigensicherheit der Solaranlage 150
Entlüftung Flachkollektor 157

F

Fassadenmontage
- Flachkollektoren 132, 134, 179
- Vakuumröhrenkollektoren 132, 134, 190

Flachdachmontage
- Flachkollektoren 130, 132, 172–178
- Vakuumröhrenkollektoren 130, 132, 189–190

Flachkollektor Beschreibung und technische Daten
- FCC-1S 35
- FKC-2S und FKC-2W 37
- FKT-1S und FKT-1W 39
- VK 140-1, VK280-1 und VK 230-1 41

Flachkollektor FKT, FKC
- Montagezeiten 186

Füllstation 158

G

Gaube (Kollektorfeldhydraulik) 139

H

Heizungsunterstützung
- Auslegung Ein-/Zweifamilienhaus 114, 116

Hydraulischer Anschluss
- Flachdachmontage Flachkollektoren 177
- Kollektorfeld (Möglichkeiten) 135
- Kollektorfeldhydraulik mit Gaube 139
- Kombinierte Reihen- und Parallelschaltung 139
- Parallelschaltung 138
- Reihenschaltung 136–137
- Überdachmontage Flachkollektoren 169

I

Indachmontage
- Flachkollektoren 126–127, 180

K

Kollektorfeld
- Druckverlust einer Kollektorreihe 141, 144
- Druckverlust Vakuumröhrenkollektoren 144
- Hydraulischer Anschluss (Möglichkeiten) 135
- Kollektoranzahl (Auslegung) 114, 121
- Volumenstrom 140

Korrekturfaktor Kollektoranzahl 113

L

Luftabscheider 158

M

Montageanleitung 186
Montagesystem
- Fassadenmontage Flachkollektoren 179
- Fassadenmontage Vakuum-röhrenkollektoren 190
- Flachdachmontage Flachkollektoren 172–178
- Flachdachmontage Vakuum-röhrenkollektoren 189
- Flachdachmontage Vakuumröhrenkollektoren 190
- Indachmontage Flachkollektoren 180
- Überdach-Aufständerung Flachkollektoren 171
- Überdachmontage Flachkollektoren 162–170
- Überdachmontage Vakuumröhrenkollektoren 187

Montagezeiten (Kollektoren) 186

N
Neigungswinkel (Kollektoren) 126
Normen 193

P
Parallelschaltung 138
Platzbedarf
Fassadenmontage Flachkollektoren 132, 134
Fassadenmontage Vakuum-röhrenkollektoren 132, 134
Flachdachmontage Flachkollektoren 130, 132
Flachdachmontage Vakuum-röhrenkollektoren 130
Flachdachmontage Vakuumröhrenkollektoren 132
Überdach- und Indachmontage Flachkollektoren 126–127
Überdach- und Indachmontage Vakuumröhrenkollektoren 126–127
Überdach-Aufständerung Flachkollektoren.. 128–129
Potentialausgleich 191
Pufferspeicher
Übersicht 45

R
Regeln der Technik 193
Regelsystem Auswahlhilfe
ISM 49
TDS... 49
Reihenschaltung 136–137
Richtlinien 192
Rohrleitungen 145, 156
Solar-Doppelrohr SDR 103
Rücklaufwächter TDS 050 R 87

S
Schwimmbad-Wärmetauscher
SBS 96
SWT 95
Sicherheitsbestimmungen 192
Solar-Doppelrohr SDR 103
Solarmodule
ISM 2 51
Solarregelung
Umladung 102
Umschichtung 102
Zwei Verbraucher 82
Solarregler
BS 500S/E 75
TDS 050 60
TDS 100 61
TDS 300 62
Solarstation AGS
Ausdehnungsgefäß 154
Sonneneinstrahlungskarte 5
Speicher
Vorwärmspeicher 122
Speichersysteme
Übersicht 45
Statische Anforderungen
Fassadenmontage Flachkollektoren 179
Flachdachmontage Flachkollektoren 177
Indachmontage Flachkollektoren 180
Überdachmontage Flachkollektoren 170

T
Tägliche Aufheizung 121
Technische 43
Temperaturdifferenzregelung 49
Thermische Desinfektion 108
Trinkwassermischer (thermostatisch) 104, 107

U
Überdach-Aufständerung
Flachkollektoren 128–129, 171
Überdachmontage
Flachkollektoren 126–127, 162–170
Vakuumröhrenkollektoren 126–127, 187
Umladung 102
Umschichtung 102
Unfallverhütungsvorschriften 192

V
Vakuumröhrenkollektoren VK 41
Vakuumröhrenkollektoren VK ...
Abmessungen und technische Daten 43
Verlängerungskabel für Kollektortemperaturfühler .. 157
Volumenstrom
Kollektorfeld 140
Vorschaltgefäß 154
Vorschriften 192

W
Wärmedämmung 156
Wärmemengenzähler WMZ 1.2 100
Wärmespeicherung 44
Wärmeträgerflüssigkeit
Sicherheitsdatenblatt 198
Wärmeträgerflüssigleit
SFF 103
SFV 104
Warmwasserbereitung 44
Auslegung Ein-/Zweifamilienhaus. 111, 113–114, 116
Auslegung Mehrfamilienhaus 3 bis 5 WE 117
Auslegung Mehrfamilienhaus mit größeren Warmwasserverbräuchen 121
Korrekturfaktor Kollektoranzahl 113
Warmwasserspeicher 44
Übersicht 45

Wie Sie uns erreichen...

DEUTSCHLAND

Bosch Thermotechnik GmbH
Junkers Deutschland
Junkersstraße 20-24
D-73249 Wernau
www.junkers.com

Betreuung Fachhandwerk
Telefon (0 18 06) 337 335 [1]
Telefax (0 18 03) 337 336 [2]
Junkers.Handwerk@de.bosch.com

Technische Beratung/ Ersatzteil-Beratung
Telefon (0 18 06) 337 330 [1]

Kundendienstannahme
(24-Stunden-Service)
Telefon (0 18 06) 337 337 [1]
Telefax (0 18 03) 337 339 [2]
Junkers.Kundendienstauftrag @de.bosch.com

Schulungsannahme
Telefon (0 18 06) 003 250 [1]
Telefax (0 18 03) 337 336 [2]
Junkers-Schulungsannahme @de.bosch.com

Junkers Extranet-Zugang
www.junkers.com

[1] aus dem deutschen Festnetz 0,20 €/Gespräch, aus nationalen Mobilfunknetzen max. 0,60 €/Gespräch
[2] aus dem deutschen Festnetz 0,09 €/Min.

ÖSTERREICH

Robert Bosch AG
Geschäftsbereich Thermotechnik
Geiereckstraße 6
A-1110 Wien
Telefon (01) 7 97 22-80 21
Telefax (01) 7 97 22-80 99
junkers.rbos@at.bosch.com
www.junkers.at

Kundendienstannahme
(24-Stunden-Service)
Telefon (08 10) 81 00 90
(Ortstarif)

JUNKERS

Technische Änderungen vorbehalten.

6 720 809 959 (2014/06)

HeizungsDiscount24.de

Der Fachhändler mit Discountpreisen!

Persönliche Beratung, individuelle Zusammenstellung und Anpassung von Heiz- und Solartechnik!

Fachberater-Hotline:

0641 / 94 82 52 00

info@heizungsdiscount24.de

Montag bis Freitag:
8.00 - 19.00 Uhr
Samstag:
8.00 - 13.00 Uhr

Onlineshop:

www.heizungsdiscount24.de

JUNKERS

VIESMANN

WOLF

Vaillant

Buderus

TWL Technologie

ATEC

armacell